Ex
Libris
Bernardi Stœger,
Bened. Oberaltaich.
Prof. in Salzburg.

<36629105140016

<36629105140016

Bayer. Staatsbibliothek

Astron. Phys.
astr. U. 99.

Mathesis. Astronomica. Systemata & methodi 706.

Aſtronomiſches Handbuch

oder

die Sternkunſt

in einen

kurzen Lehrbegriff

verfaſſet

von

Herrn de la Lande,

Königlichen Lehrer der Mathematik; der Königl. Akad. der Wiſſenſchaften zu Paris, der Königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu London, der Ruſſiſch Kayſerl. Akad. der Wiſſenſch. zu Petersburg, der Königl. Preußiſch. und Königl. Schwediſch. Akad. der Wiſſ. und der Bononiſch. Akad. der Wiſſ. Mitgliede, ꝛc. ꝛc. Königl. Franzöſiſch. Cenſor.

R

Biblioth. Oberaltae

Aus der zwoten franzöſiſchen Ausgabe überſetzt.

Mit 16 Kupfertafeln.

Leipzig,

bey H. W. F. Flittner, und J. C. Müller,

1775.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Franzband

Vorrede.

Das Werk von der Sternkunſt, das ich im Jahr 1764 in zween Bänden, und 1771 in drey Bänden in 4to, unter der Aufſchrift, Aſtronomie, in den Druck gegeben habe, war nicht nur denen gewidmet, die ſich dieſer Erkenntniß zu nähern anfangen, ſondern auch den Sternkündigern ſelbſt, die dieſe Wiſſenſchaft, zum vornehmſten Gegenſtande ihrer Beſchäfftigungen erwählet haben: es enthält daſſelbe alle Methoden, die Beobachtungen, die Rechnungen, von denen ſie Gebrauch machen, nebſt den vollkommenſten aſtronomiſchen Tafeln.

Als ich dieſes große Werk durch den Druck bekannt machte, war mir nicht unbewußt, daß die größte Anzahl der Liebhaber dieſer Wiſſenſchaft, daſſelbe für allzuumſtändlich ausgearbeitet erkennen würden, und daß man ſich deſſelben zum Unterricht auf hohen Schulen nicht würde

bequem bedienen können; es war dahero nöthig, einen Auszug davon herauszugeben.

Die Leçons élémentaires des Abts de la Caille, ſind von einerley Format und Stärke mit dieſem Handbuche; der Vortrag aber, iſt für die erſten Gründe der Sternkunſt, darinnen zu kurz abgefaßt; die aſtronomiſchen Theorien ſind zu abſtract abgehandelt; es findet ſich nichts darinnen von der Geſchichte der Sternkunde; nichts von den Werkzeugen, und den Beobachtungen mit denſelben; allen dieſem Mangel habe ich abzuhelfen geſucht. Als dieſer große Sternkündiger ſeine Anfangsgründe verfertigte, war ſeine Abſicht darauf gerichtet, dieſelben ſeinen Zuhörern mündlich zu erläutern, es war ihm dahero nur eine Grundlage, oder gedruckter Text darzu nöthig; wäre ſein Vorſatz auf den Gegenſtand gerichtet geweſen, den ich mir jetzt zu erreichen beſtimmt habe, ſo würde für mich nichts übrig geblieben ſeyn.

Die Methode und Ordnung, welchen ich in dieſem Werke gefolget bin, ſind auch von denen ſehr verſchieden, die ſich der Abt de la Caille vorſchrieb. Die erſten Erſcheinungen, die durch das Geſicht Aufmerkſamkeit einprägen, wenn jemand zum erſtenmale eine genaue Betrachtung auf den Himmel wendet, haben mir nothwendig geſchienen, den Anfang eines Buches von der Sternkunſt zu machen. Ich habe darauf,

die Folgen in Erwägung gezogen, welche die erſten Beobachter des Himmels, daraus herleiten mußten, die allezeit ganz natürlich, oft ſehr ſinnreich, bisweilen auch irrig waren; denn die erſten Beobachter waren nur Hirten. Ich habe demnach mein Buch nicht damit anfangen können, daß ich, wie Herr de la Caille thut, den Beobachter im Mittelpunkt der Sonne geſtellt, annehme, weil zwey tauſend Jahre verfließen mußten, ehe man den Beweis erreichen konnte, daß die Sonne der Mittelpunkt der himmliſchen Bewegungen ſey. So habe ich auch nicht den Eingang mit der Erklärung der Kreiſe der Himmelskugel gemacht, weil der Leſer ſich von der Nothwendigkeit dieſer Kreiſe, und von ihrem Urſprunge nicht würde haben überzeugen können; die Entſtehungsart der Sachen, muß vor der Erklärung derſelben vorausgehen. Auch die Geſchichte der Sternkunſt hat mir nicht zum Anfange dienen können, ich hätte dabey die Sternkunſt als ſchon bekannt vorausſetzen müſſen; ich habe mich aber beſtrebt, die Geſchichte mit der Sache ſelbſt fortzuführen, indem ich die Ordnung aufgeſucht, in welcher die Erfinder auf einander gefolget, und die Geſchichte der Sternkunde mit den Gründen dieſer Wiſſenſchaft in Vereinigung gebracht habe. Ich habe die Ordnung angezeigt, in welcher die Entdeckungen auf einander folgen müſſen, wenn ich ihr nicht habe nachgehen können. Der Verſtand

geht immer näher und näher; eine Erfindung ſcheint gemeiniglich wunderſam, weil man den Weg nicht wahrnehmen kann, durch welchen der Zugang eröffnet worden; ſie ſcheint aber allezeit leicht gemacht worden zu ſeyn, wenn man die vorhergegangenen Schritte, nahe betrachten, und den Weg überſehen kann, der zu jeder Wahrheit geführet hat.

In dem Fortgange dieſer erſten Beobachtungen, werden wir die ruhmvollen Arbeiten des **Koperniks**, des **Tycho**, des **Keplers**, des **Caſſini** und des **Newtons** hervortreten ſehen; und überhaupt neuerfundene Werkzeuge, kühn aufgeführte Lehrgebäude, glücklich gefundene Entdeckungen, und feine Beobachtungen; dieſe zwey Licht verbreitenden Jahrhunderte, können den bewundernswürdigſten Schauplatz eröffnen, der den Verſtand mit Freude überſchütten kann; wenn wir aber ſorgfältig befliſſen ſeyn werden, jede Sache in die Folge von derjenigen zu ſtellen, durch welche ſie ihren Urſprung erhalten hat, wenn wir unſern Leſer in die Verfaſſung desjenigen ſtellen werden, der ſich zu einer herrlichen Entdeckung den Weg eröffnet hat, ſo wird die Kette der Verbindungen wieder kenntlich werden, und der Verſtand, der bey der Laſt, die eine allzugroße Bewunderung, der Eigenliebe auflegt, erquickt wird, kann faſt eben die Regungen der Freude empfinden, mit welcher der

Erfin=

Erfinder durchdrungen ſeyn mußte; daher iſt auch die Methode, die ich mir in dieſem Werke vorgeſchrieben habe, darauf eingerichtet, daß ſie den Fortgang des menſchlichen Verſtandes in ſeinen Erkenntniſſen vor Augen legen kann; keine Wiſſenſchaft kann ſich rühmen, daß bey ihr, die Schritte deſſelben, mit mehr Bewunderung und mehr Befriedigung begleitet ſeyn ſollten.

So viel ich auch Neigung in mir verſpürte, dem Mangel der Annehmlichkeit, bey ſo beſchwerlicher Erlernung dieſer Wiſſenſchaft, abzuhelfen, ſo wenig war dennoch das Beyſpiel des Herrn von **Fontenelle** vermögend, mich zum Entſchluſſe zu verleiten; ich habe nicht wagen können, meinen Vortrag mit Dialogen, Epiſoden und Ausſchweifungen zu durchflechten; der geläuterte Geſchmack unſers Jahrhunderts, ſcheint dieſe erluſtigende Art Wiſſenſchaften vorzutragen, einigermaßen von ſich entfernt zu haben. Wem ein ſo eingekleideter Unterricht etwa Gefallen erweckt, der kann völlige Befriedigung im Spectacle de la Nature, Tom. IV. finden; da erſcheinen angenehme Schilderungen, erfreuliche geſellſchaftliche Unterhaltungen, und nachdenkliche Betrachtungen, an denen der Leſer Theil zu nehmen bewogen wird. Die Kühle der Schatten, die Stille der Nacht, das ſanfte Licht der Dämmerung, die am Himmel funkelnden Sterne, die mannichfaltigen Anſich-

ten des Mondes, alles wird durch des Herrn Plüche Bearbeitung, ein Gegenſtand der angenehmſten Malereyen. Er bringt alles in Beziehung auf den Nutzen des Menſchen, auf die aufmerkſame Vorſorge des höchſten Weſens, für unſer Vergnügen und für unſre Nothdurft, und auf die Verherrlichung des Schöpfers. Sein Buch iſt eben ſowohl, eine Abhandlung von den Endurſachen, als ein Buch von der Naturkunde, und es fehlt nicht an jungen Leuten, die ſich die Leſung deſſelben zum größten Vergnügen gereichen laſſen werden. Meines Theils habe ich keinen andern Gegenſtand erwählet, als von Sternkunde zu reden, und laſſe mir genug ſeyn, das Verlangen des Leſers, durch Anzeigung des Schauplatzes der Natur, der Aſtrotheologie des **Derhams**, und der Geſpräche des Herrn von Fontenelle von mehr als einer Welt, zu befriedigen.

Meine größte Sorgfalt iſt darauf gerichtet geweſen, meine Erläuterungen leicht verſtändlich zu machen. Ich bin der Schwierigkeiten eingedenk geblieben, die mir ſelbſt ehemals vorgefallen ſind; ich habe ſie zergliedert und aufgelöſt, und habe die Entwickelungen, die ich mir davon gemacht hatte, mit aller Umſtändlichkeit, und möglichſter Deutlichkeit erkläret; ich habe mir auch die Schwierigkeiten nützlich ſeyn laſſen, welche mir vielmals von Perſonen vorgelegt wor-

den, die mit Erlernung dieſer Wiſſenſchaft beſchäfftiget waren, und habe die dargebothene Gelegenheit ergriffen, ſolche durch ſorgfältige Erläuterung zu heben.

Den Zuſammenhang eines Artikels mit andern, bald zu finden, ſind die Anweiſungen nicht geſparet worden, ſie werden den Gebrauch dieſes Buches erleichtern; ich habe dadurch manche Wiederholungen vermeiden können, und dem Gedächtniſſe des Leſers, können ſie zur Beyhülfe dienen.

Zum nützlichen Gebrauch dieſes Werkes, muß man ſich mit einer künſtlichen Himmelskugel verſehen; ſie iſt vornehmlich nöthig, das erſte Buch wohl zu verſtehen.

Das zweyte, worauf man ſeine Aufmerkſamkeit bey Leſung Schriften von ähnlichen Inhalt, zu richten hat, iſt, ſich jeden Satz bekannt genug zu machen, um nicht in Verwunderung geſetzt zu werden, daß er erfunden worden ſey; er muß ſo natürlich ſcheinen, daß man vermittelſt deſſen, was vorhergegangen, von ſelbſt auf deſſelben Vermuthung würde geleitet worden ſeyn; kein Artikel muß eher zurück gelegt werden, als bis er völlig eingeſehen worden, wenigſtens muß man bald wieder zu ihn zurückkehren; darinnen beſtehet das Mittel, ſich in der kürzeſten Zeit alles begreiflich zu machen. Der wichtigſte

Rath aber, den man denen ertheilen muß, welche Mathematik zu erlernen beflissen ſind, beſteht darinnen, daß ſie ihre Einbildung mehr als ihr Gedächtniß zu beſchäfftigen trachten müſſen, wenig leſen, und viel denken, die Beweiſe für ſich ſelbſt aufſuchen, oder wenigſtens verſuchen, ſo oft ſie können, wieviel ihre Kräfte vermögen; ſolchergeſtalt gelangt man zum Weſentlichen der Mathematik, zum Geſchmack an Unterſuchungen, zur Leichtigkeit, Entdeckungen und Erfindungen zu machen; man muß ſich ſelbſt die Sache entwickeln, die man geleſen hat, unmittelbare Folgerungen daraus ziehen, Anwendungen davon machen, und wenn es möglich iſt, im Buche nur die Beſtätigung deſſen aufſuchen, was man bereits gefunden. Die umſtändlichen Erörterungen, in welche ich mich bisweilen eingelaſſen habe, ſind für Wißbegierige, denen das Alter und die nothwendige Zeit fehlt, nach der Art zu verfahren, die ich angeprieſen habe.

Ich ſetze hierzu keine andern Erkenntniſſe voraus, als ſolche, die aus den gewöhnlichen Anfangsgründen der Meßkunſt zu erhalten ſind, und in einigen Artikeln nur ſolche aus der Analyſis, die aus den Lehrbüchern der Herrn **Clairaut, Bezout, Boſſut** u. a. erlernt werden können, alle Artikel aber, wo Kenntniß der Analyſis erforderlich iſt, ſind mit kleinerer Schrift gedruckt worden, damit man dieſe überſchlagen,

und

und die Leſung der Anfangsgründe ununterbrochen fortſetzen kann.

In dieſem kurzen Lehrbegriffe, ſind die Erklärungen, welche die erſten Gründe betreffen, genau eben ſo geblieben, wie ſie in meinem großen Werke befindlich ſind, von welchem dieſes ein Auszug iſt, mehrentheils habe ich mich eben derſelben Ausdrücke bedienet; daraus wird man ſchließen können, daß dieſer Auszug denen unnütze iſt, welche die drey Bände in 4to beſitzen. Unterdeſſen iſt vielen Leſern bekannt, daß man ſich von einer Wiſſenſchaft, die viel Zeit und Mühe braucht, durch die erſte Leſung einen Entwurf machen muß, und es wird ihnen vielleicht ein Gefallen geſchehen ſeyn, in dieſem kleinen Bande eine von dem Autor ſelbſt ſchon gemachte Auswahl, von dem zu finden, was ſich für ſie ſchickt, und was ſie aus einem ſechsmal weitläuftigern Werke, für ſich ſelbſt herauszunehmen, würden Mühe gehabt haben.

Außerdem habe ich am Ende dieſes Buches, eine neue Tafel beygefügt, welche die Abmeſſungen der Planeten, und ihrer Weiten enthält, und der Sonnenparallaxe gemäß iſt, die durch den Durchgang der Venus beſtimmt worden; ſie kann ſchon zum Supplement meiner Aſtronomie dienen, bis ich, ein anderes in 4to herausgebe, das einen Zuſatz zum großen Werke machen wird.

Vom

Vom Nutzen der Sternkunde.

Wenn ein Werk von der Sternkunde, durch den Druck öffentlich bekannt gemacht wird, wenn zum Ruhme dieſer Wiſſenſchaft gemeldet wird, daß ſie von den größten Männern, die ganze Lebenszeit hindurch, zur Beſchäfftigung zu dienen, würdig erkannt worden; ſo iſt der Autor verbunden, die Frage zu beantworten: Wozu nutzt die Sternkunſt? Ich könnte hier ebenfalls fragen: wozu dienen ſo viele unnütze und gefährliche Dinge, mit welchen man ſich auf dem Erdboden täglich beſchäfftiget? dieſe Abweichung aber, würde mich von der Hauptſache zu weit entfernen; ich will mich dahero auf meinen Gegenſtand einſchränken. Die Erlernung der Wiſſenſchaften überhaupt, iſt dem menſchlichen Geſchlechte zur Nothwendigkeit geworden; wenn man einmal das Reizende der wirkenden und durchdringenden Wißbegierde empfunden hat, die uns treibt in die Erkenntniß der Wunder der Natur einzudringen, ſo entſteht keine Frage mehr, wozu dieſer Fleiß dienen ſoll, denn er gereicht alsdenn zu unſerer Glückſeligkeit.

Der den Wiſſenſchaften gewidmete Fleiß, enthält außerdem ein Verwahrungsmittel wieder die Unordnungen der Leidenſchaften; und es ſcheint mir, daß eine Art deſſelben beſonders zu unterſcheiden ſey, die den Verſtand erhebt, ſeine

Kräfte

Kräfte anzuſtrengen treibt, und ihm folglich, wider die Gefährlichkeiten von welchen ich rede, die ſicherſten Waffen darreicht. Seneca ſagt: es iſt nicht genug das Gute zu erkennen, die Pflichten zu wiſſen, die man ſeinem Vaterlande, ſeinem Hauſe, ſeinen Freunden, und ſich ſelbſt ſchuldig iſt, wenn man der Kraft ermangelt ſie zu vollziehen; es iſt nicht genug, Lehren zu geben, man muß die ihnen im Wege liegenden Hinderniſſe wegräumen: Vt ad præcepta quæ damus, poſſit animus ire, ſoluendus eſt (Epiſt. 95.) Ich kenne nichts wodurch dieſe Abſicht beſſer erreicht werden ſollte, als ſeinen Fleiß, auf mathematiſche Wiſſenſchaften, beſonders aber auf die Sternkunſt zu richten. Die Wunder die ſich da entdecken laſſen, bemächtigen ſich des Geiſtes, und ſetzen ihn, auf eine edle, anmuthsvolle und von Gefahr befreyte Art, in Beſchäfftigung; ſie erheben die Einbildungskraft, und machen den Verſtand vollkommener; ſie erfüllen und befriedigen das Herz; ſie entfernen die gefährlichen und eiteln Begierden; und verſchaffen ohne Unterlaß, neuen Genuß der Freude.

Die größten Weltweiſen des Alterthums, redeten von der Sternkunde mit Bewunderung; Diogenes Laertius erzählt, Anaxagoras habe, als man ihn gefragt, welcher Sache wegen er gebohren worden, geantwortet: um die Geſtirne zu betrachten. Wenn in ſeiner Antwort,

der

der Ausdruck, zum Ruhme der Sternkunſt, übertrieben iſt, ſo erkennt man doch darinnen wenigſtens das Entzücken, mit welchem ein Mann von Verſtande, die Pracht des Firmaments betrachtete. Auch **Plato** hat die Sternkunde außerordentlich hochgeſchätzt; was er davon ſagt, kann man in ſeinem 35ſten Buch nachſehen, das die Aufſchrift führt, Epinomis oder Philoſophus, und vom **Marſilius Ficinus** der Schatz des **Plato** genennt wurde: Nolite ignorare Aſtronomiam ſapientiſſimum quiddam eſſe; &c. er geht ſo weit, daß er ſich in einer andern Stelle den Ausdruck erlaubt: die Augen ſind dem Menſchen der Sternkunſt wegen gegeben worden. Das war vielleicht die Vorſtellung des **Ovids**, wenn er ſagt:

Finxit in effigiem moderantum cuncta Deorum.
Pronaque cum ſpectent animalia cetera terram,
Os homini ſublime dedit, cœlumque videre
Iuſſit, et erectos ad ſidera tollere vultus.

Metam. I. f. 2. v. 83.

Pythagoras ſagte, die Menſchen ſollten nur zween Gegenſtände ihres Fleißes haben, die Kenntniß der Natur, ihren Verſtand helle zu machen, und die Kenntniß der Tugend, ihr Herz in regelmäßige Bildung zu bringen. Man erkennt die Sittenlehre mit Recht für den nothwendigſten, und würdigſten Gegenſtand des menſchlichen Fleißes: A proper Study of mankind is man, ſagt **Pope**; man würde ſich aber doch betrügen,

gen, wenn man glauben wollte, ein wahrer Weltweiſer ſeyn zu können, ohne auf die Naturkunde Fleiß verwendet zu haben. Wenn man nicht durch bloßen Beyfall, ſondern durch überzeugende Gründe weiſe werden will, muß man ſeine Aufmerkſamkeit auf alle einzelne Theile zu richten wiſſen, und ſcharf nachdenken können; man muß ſich durch anhaltenden Fleiß, von den Vorurtheilen frey gemacht haben, die das Urtheil verfälſchen, und der Entwickelung der Vernunft und des Verſtandes, Hinderniſſe entgegen ſetzen. **Pythagoras** wollte keinem Zuhörer den Zutritt verſtatten, der nicht die Mathematik erlernt hatte; am Eingange ſeines Hörſales, laß man die Ueberſchrift: **wer keine Meßkunſt erlernt hat, bleibe weg von hier;** die Sittenlehre würde keine Unfehlbarkeit, und keine Anreitzungen bey uns haben, wenn ſie auf Unwiſſenheit oder Irrthum gegründet ſeyn ſollte.

Kann man wohl den Vortheil, für Unfällen der Unwiſſenheit durch angewandten Fleiß geſichert zu ſeyn, für nichts achten? Kann man wohl ohne von Mitleiden gerührt zu werden, und ſich zu ſchämen, die Dummheit derjenigen Völker betrachten, die bey einer Mondfinſterniß ehemals glaubten, daß ſie durch erregtes großes Getös, dem Leiden dieſer Göttinn abhelfen könnten, oder daß die Finſterniſſe durch die Zauberer gemacht würden?

Cum

Cum fruſtra reſonant æra auxiliaria Lunæ.
Metam. IV. 333.

Cantus et e curru lunam deducere tentat,
Et faceret, ſi non æra repulſa ſonent.
Tib. I. El. 8.

In der Geſchichte finden ſich, unabhängig von dieſem Irrthume der den Pöbel beſchimpft, verſchiedene Stellen, die den Nachtheil anzeigen, welchen die Unwiſſenheit in der Sternkunde bisweilen den Heerführern und ganzen Nationen zuzog. **Nicias** ein atheníenſiſcher Feldherr, hatte ſich entſchloſſen, Sicilien mit ſeiner Armee zu verlaſſen; eine Mondfinſterniß aber, die ihn beſtürzt machte, war Urſache, daß er den bequemen Zeitpunkt verſäumte, und dadurch ſein Leben verlohr, und ſeine Armee eine große Niederlage erleiden mußte; dieſer Verluſt, ſtürzte die Athenienſer in ſo großes Unglück, daß der Fall ihres Vaterlandes, davon ſeinen Anfang nahm. **Alexander** ſelbſt, erſchrack vor der Schlacht bey Arbela, über eine Mondfinſterniß; er befahl, der Sonne, dem Monde und der Erde, als Gottheiten die dieſe Verfinſterungen verurſachten, Opfer zu bringen.

Es gab aber auch gegentheils Generale, die beſſer unterrichtet waren, und ihre Kenntniß der Sternkunde mit Vortheil zu gebrauchen wußten. **Perikles** führte die Flotte der Athenienſer, es ereignete ſich eine Sonnenfinſterniß, die ein allgemeines

meines Schrecken verbreitete, der Steuermann ſelbſt zitterte; Perikles brachte ihn durch ein gemeines Gleichniß dahin, daß er wieder Muth faßte: er nahm den Zipfel ſeines Mantels, hielt ihm den vor die Augen, und ſagte zu ihm; glaubſt du wohl daß dieſes was ich jetzt thue, ein Zeichen des Unglücks ſey? wahrhaftig nicht, antwortete der Steuermann. — Unterdeſſen iſt es doch eine Verfinſterung für dich, und ſie iſt von der, die du geſehen haſt, nur darinnen unterſchieden, daß der Mond, weil er größer als mein Mantel iſt, auch einer größern Anzahl Leuten die Sonne verdeckt.

Agathokles König von Syrakus, ſahe in einem afrikaniſchen Feldzuge, am Tage einer entſcheidenden Schlacht, auch, daß ſeine Armee bey Erblickung einer Finſterniß in Schrecken gerieth; er trat vor die Armee, erklärte derſelben die Urſachen, und benahm ihr die Furcht. Mehr Begebenheiten von dieſer Art, werden bey Gelegenheit des Sulpitius und des Dion Königs von Sicilien berichtet. Wir werden bald andre Beyſpiele der aſtronomiſchen Wiſſenſchaft und Erkenntniß, der größten Monarchen anführen.

Wir leſen eine gleichermaßen für die Sternkunde rühmliche Geſchichte, in der Zuſchrift die Roias an Carln den fünften richtete, da er demſelben ſeinen Commentar über das Planiſphärium zueignete. Als Chriſtoph Colombus die

Armee anführte, welche Ferdinand der König von Spanien nach Jamaica, in den erſten Zeiten der Entdeckung dieſer Inſel geſchickt hatte, litte er ſo großen Mangel an Lebensmitteln, daß alle Hoffnung ſeine Armee zu erhalten, verſchwand, und die Entſcheidung ſeines Schickſals, den Wilden überlaſſen werden mußte: eine bevorſtehende Mondfinſterniß aber, reichte dieſem geſchickten Manne ein Mittel dar, ſich aus dieſer Verwirrung herauszureißen; er ließ den Oberhäuptern der Wilden anſagen, daß er, wofern ihm nicht alles was er verlangte, in etlichen Stunden geliefert würde, das äußerſte Unglück über ſie bringen wollte, und daß er den Anfang machen würde, indem er den Mond ſeines Lichtes beraubte. Die Wilden verlachten anfänglich ſeine Drohworte; ſo bald ſie aber ſahen, daß der Mond wirklich zu verſchwinden anfing, wurden ſie vom Schrecken durchdrungen, ſie legten alles was ſie hatten, zu den Füſſen des Generals, und kamen, für ſich ſelbſt Gnade zu erbitten.

Von den Vortheilen, welche das Wachsthum der Sternkunde gebracht hat, beſteht auch einer darinnen, daß ſie die Irrthümer der Aſtrologie vertrieben hat: wie ſehr hat man nicht Urſache, ſich ſelbſt glücklich zu preiſen, daß die Sternkunde, zu ſo viel Vollkommenheit erhoben worden, daß ſie vermögend genug geweſen, die Menſchen von dieſer elenden Schwachheit des Verſtandes,

des, wovon ſie ſich ſo lange Zeit haben hintergehen laſſen, zu befreyen. Ich kann mich nicht enthalten, bey dieſer Gelegenheit, eine Begebenheit anzuführen, die ſich im Jahr 1186 begeben, in welcher alle Aſtrologen von ganz Europa hätten erkennen ſollen, daß ſie mit Schande überſchüttet worden. Chriſten, Juden und Araber hatten ſich alleſamt vereiniget, ſieben Jahre voraus, durch öffentlich in Europa bekannt gemachte Sendſchreiben, eine Zuſammenkunft aller Planeten anzukündigen, die mit ſo erſchrecklichen Verwüſtungen begleitet ſeyn ſollte, daß der Untergang der ganzen Welt zu befürchten ſeyn würde: man ſahe voll Erwartung dem Ende der Welt entgegen: dieſes Jahr aber, gieng dem allen ohngeachtet wie alle andre vorbey: aber, hundert andre Unwahrheiten, die eben ſo wenig als dieſe beſtätiget worden, würden nicht hinreichend geweſen ſeyn, unwiſſende und leichtgläubige Leute, von den Vorurtheilen ihrer Kindheit loszumachen, es mußte der Trieb zur Weltweißheit und zur Unterſuchung ſich unter den Menſchen ausbreiten, ihnen die Größe, und die Gränzen der Natur entwickeln, und ſie gewöhnen, ohne Prüfung und Beweis ſich niemals in Schrecken ſetzen zu laſſen.

Man ſieht auch noch von Zeit zu Zeit, daß die Leichtgläubigkeit des Volks, den ausſchweifenden Einfällen der Unwiſſenheit, Glauben beymißt. So geſchahe es, daß der gewaltſame Sturmwind

wind und die außerordentliche große Hitze am 20ten October 1736 Anlaß gaben, durch die Zeitungen bekannt zu machen, daß die Sonne zurück gegangen ſey, und die Gelehrten muſten die Mühe übernehmen, das Publicum eines Beſſern zu berichten. (Journ. de Trevoux Avril 1737, pag. 692. Lettre philoſophique pour raſſurer l'Univers, &c. à Paris chez Prault pere, Quai de Gèvres, 1736, 32 Seiten in 12). Jedermann glaubte zu Ende des 1768ſten Jahres, daß Saturn verlohren gegangen ſey, und man breitete dieſe Neuigkeit, in den vernünftigſten periodiſchen Schriften, und in Geſellſchaften von der beſten Beſchaffenheit aus. Dieſes iſt aber dennoch nichts, gegen die ausſchweifende Empfindung, die zu Anfange des Maymonats 1773, durch eine Abhandlung von den Kometen erregt worden; ich hatte nur von denen geredet, die in gewiſſen Fällen ſich der Erde nähern könnten, und man ſagte in Paris faſt allgemein, daß ich einen außerordentlichen Kometen voraus angekündiget habe, und daß derſelbe das Ende der Welt verurſachen würde. Wenn das Ganze der Erkenntniſſe, die in unſern Städten befindlich ſind, mehr ausgebreitet ſeyn wird, wird man nicht mehr wahrnehmen, daß ähnliche Thorheiten ſich des Beyfalles des Publicums verſichern können.

Die Kometen waren lange Zeit, aber in ganz andern Verſtande, einer von den großen Gegen-

ſtän-

ſtänden der Furcht, welche die Sternkunde endlich, ſo gar bey dem gemeinen Volke, zerſtreuet hat. Es iſt mißfällig, dergleichen ſeltſame Vorurtheile, nicht nur im **Homer** zu finden, (Iliad. IV. 75.), ſondern auch noch in dem ſchönſten Gedichte des vorigen Jahrhunderts, wo ſie die Schande unſrer Irrthümer verewigen können:

Qual con le chiome ſanguinoſe horrende
Splender Cometa ſuol per l'aria aduſta,
Che i regni muta, e i feri morbi adduce,
A i purpurei Tiranni infauſta luce.

Taſſo Geruſal. lib. Canto VII.
Stanza 52. v. 5.

Das Reizende der Dichtkunſt, iſt gegenwärtig auf eine mehr philoſophiſche, und mehr nützliche Art angewandt worden: wovon eine ſchöne, die Kometen betreffende Stelle des Herrn von **Voltaire** Zeugniß geben kann, die in ſeinem Briefe an die Marquiſe von **Chatelet** befindlich iſt:

Cometes que l'on craint à l'égal du tonnère,
Ceſſez d'épouvanter les peuples de la terre;
Dans une ellipſe immenſe achevez vôtre cours,
Remontez, deſcendez près de l'aſtre des jours;
Lancez vos feux, volez, et revenant ſans ceſſe,
Des mondes épuiſés ranimez la vieilleſſe.

Solchergeſtalt hat der auf gründliche Erkenntniß gewandte Fleiß, und das Wachsthum der wahren Sternkunde, die thörigten Vorurtheile zerſtreuet, und unſre Vernunft in alle ihre Rechte

wieder eingeſetzt. Der Nutzen dieſer Wiſſenſchaft, ſchränkt ſich aber nicht auf dieſes alleine ein, ſondern er wird auch durch den Beytrag zur allgemeinen Wohlfahrt, durch mehr als eine Art merklich.

Es iſt genugſam bekannt, daß die Weltbeſchreibung und die Erdbeſchreibung, die Sternkunde keinesweges entbehren können. Die Beobachtung der Polhöhen entdeckte den Menſchen die runde Geſtalt der Erde; die Mondfinſterniſſe dienten zur Erkenntniß der Längen der verſchiedenen Länder des Erdbodens, oder ihre gegenſeitigen Entfernungen von Abend gegen Morgen. **Hipparch** (den **Strabo** anführt) ſagte, wir wiſſen ohne das Clima zu beobachten, gar nicht, ob Alexandrien gegen Norden, oder gegen Süden von Babylon liegt; und ohne die Beobachtungen der Finſterniſſe, kann man nicht wiſſen, ob ein Land, von einem andern, gegen Morgen oder gegen Abend liegt. Man ließt im **Koran**, daß die Reiſenden ihren Weg durch die Wüſten Arabiens fanden, indem ſie die Geſtirne beobachteten: Gott, ſagt er (Cap. 16.) hat gleichfalls Gränzzeichen verordnet, woran die Menſchen ihren Weg wiſſen mögen; und ſie werden durch die Sterne geleitet. — Dieſes ſtimmt mit dem überein, was **Diodorus** von Sicilien, von den Reiſenden in alten Zeiten, meldet.

Die Entdeckung der Nebenplaneten des Jupiters, hat unſern Land- und Seecharten eine

größere

größere Vollkommenheit gegeben, die in zehn tauſend Jahren durch Schiffahrten und Landreiſen nicht würde erreicht worden ſeyn; und wenn man von ihrer Theorie noch genauere Erkenntniß wird erlangt haben, ſo wird die Methode der Längen noch richtiger und leichter werden.

Die Größe des mittelländiſchen Meeres, war um das Jahr 1600 faſt unbekannt; heut zu Tage kennt man dieſelbe eben ſo genau, als die Größe von Frankreich. In dem Buche des **Gemma Friſius** de orbis diuiſione 1530 finden ſich 53° Unterſchied der Länge von Cairo bis Toledo, anſtatt 35° die es wirklich ſind; die andern Weiten ſind nach Verhältniß ausgedehnt. Wir haben 3 bis 4 Grade Ungewißheit, in Anſehung des äußerſten Theiles des ſchwarzen Meeres; und vor 1769, war man noch um einen halben Grad in Ungewißheit, wegen der Länge zwiſchen Gibraltar und Cadix.

Der Sternkunſt hat man die erſten Schiffahrten der Phönicier zu danken, und auch ihr müſſen wir die Entdeckung der neuen Welt beymeſſen. **Chriſtoph Colomb** beſaß eine genaue Kenntniß der Sphäre, in der er vielleicht alle andre zu ſeiner Zeit überſtieg; indem dieſe Wiſſenſchaft ihn von der Gewißheit verſicherte, und ihm das Vertrauen einflößte, mit welchem er ſeinen Lauf gegen Abend richtete; er überzeugte ſich, durch

Oſten das feſte Land von Aſien wieder zu erreichen, oder ein neues Land zu entdecken.

Wenn vor jetzo zur Vollkommenheit und Sicherheit der Schiffahrt, noch etwas zu verlangen übrig iſt, ſo beſteht es darinnen, die Längen zur See leichtlich zu finden; man kann ſie vermittelſt des Mondes wiſſen *); und wenn die Seefahrer einigermaaßen die Sternkunſt verſtünden, würden ſie in der Schätzung des Laufes und Ortes ihres Schiffes, ſich nicht um 20 Meilen irren, da ſie bisweilen auf ſehr gewöhnlichen Reiſen, mehr als 200 Meilen weiter entfernt ſind, als ihre Schätzung angab. Die Ungewißheit, in welcher ſich der Lord Anſon wegen der Lage der Inſel Juan Fernandez befand, koſtete achtzig Menſchen von ſeinem Schiffvolke das Leben, weil er ſich genöthiget ſahe, längere Zeit das Meer zu halten, als außerdem würde nöthig geweſen ſeyn.

Der Nutzen, der einem Staate durch das Seeweſen erwächſt, dient demnach den Nutzen der Sternkunſt vor Augen zu legen; es ſcheint mir auch, daß ein guter Unterthan, heut zu Tage, den Nutzen des Seeweſens, vornehmlich in Frankreich ſchwerlich verkennen kann. Der gute Erfolg,

*) Die Seeuhren die von Hr. Harriſon in England, und von Hr. Bertoud und Leroy in Frankreich gemacht werden, geben uns die Längen ohngefähr auf einen halben Grad an, in dem Zeitraume einer zweymonatlichen Schiffahrt.

folg, den die engliſchen Unternehmungen, in dem Kriege 1761 hatten, gab einen genugſamen Beweis ab, daß das Seeweſen alleine, von Reichen und Staaten, von ihrer Macht, und ihrem Handel den Ausſpruch thut; daß Krieg und Frieden auf dem Meere entſchieden werden, und daß wie Herr **le Miere** ſagt:

Le trident de Neptune, eſt le ſceptre du monde.

Dieſes iſt ohngefähr eben daſſelbe, was **Themiſtocles** den Athenienſern, **Pompeius** zu Rom *), **Cromwell** in England, **Richelieu** und **Colbert** in Frankreich ſagten; es ſcheint überhaupt, daß der Cardinal **Richelieu** (Teſtament Politique ch. IX. ſect. 5.) von England das vorausſahe, was wir erfahren haben.

Die wirkliche Beſchaffenheit der Geſetze und der Regierung der Kirche, ſind, in ſo fern ſie ſich auf den Kalender beziehen, weſentlich mit der Sternkunſt verbunden; **Auguſtinus** prieß die Erlernung derſelben, dieſer einzigen Betrachtung wegen, an; **Hippolytus** war ehemals,

 eben

*) Pompeius cuius omne conſilium Themiſtocleum eſt, exiſtimat enim, qui mare teneat, eum neceſſe rerum potiri; itaque qui numquam egit, vt Hiſpaniae per ſe tenerentur, naualis apparatus ei ſemper antiquiſſima cura fuit. (Cic. ad Attic. Libr. X. Epiſt. 6.)

eben ſo, wie viele Kirchenlehrer, damit beſchäff-tiget: unterdeſſen war unſer Kalender dennoch in einem ſo unvollkommenen Zuſtande, daß die Juden, und ſogar die Türken, Urſache fanden, ſich über unſre Unwiſſenheit in dieſer Sache zu verwundern. Die Päpſte Nicolaus V. Leo X ꝛc. hatten zwar die Abſicht gehabt, die Ordnung in dem Kalender wieder herzuſtellen, es fehlte aber damals an Sternkündigern, auf deren Anſehen, man genugſames Vertrauen ſe-tzen konnte. Gregorius XIII beſaß den Stuhl zu Rom, zu einer Zeit, da die Wiſſen-ſchaften wieder zu blühen anfiengen, und er-warb allein die Ehre, dieſe neue Einrichtung 1582 zu Stande gebracht zu haben.

Der Ackerbau entlehnte ehemals ſeine Re-geln und Anzeigungen von der Sternkunde: Hiob, Heſiodus, Varro, Eudoxus, Ara-tus, Ovid, Plinius, Columella, Ma-nilius, geben uns tauſend Proben davon: die Plejaden, Arctur, Orion und Sirius gaben Griechenland und Egypten das Zeichen zu ver-ſchiedenen Feldarbeiten. Der Aufgang des Si-rius, kündigte den Griechen die Erndte an, und den Egyptiern das Austreten des Nils: davon könnten viele andre Beyſpiele angeführet wer-den; gegenwärtig verrichtet dieſes der Kalender. Herr von Gebelin unternimmt in einem ſehr ge-lehrten Werke, zu beweiſen, daß die ganze alte Mytho-

Mythologie ſich auf den Ackerbau bezieht. (Allégories orientales 1773).

Die alte Chronologie, nimmt von der Erkenntniß, und der Berechnung der Finſterniſſe, die allerſicherſten Zeitpunkte, die nur zu finden ſind, und in den noch weiter entfernten Zeiten herrſcht lauter Dunkelheit. Die Chineſiſche Zeitrechnung iſt gänzlich auf die Finſterniſſe gegründet, wie der P. **Gaubil** dargethan hat. In der Geſchichte der Völker, würden wir wegen beſtimmter Zeitpunkte keine Ungewißheit haben, wenn es allezeit Sternkündiger gegeben hätte: man kann überhaupt die Verbindung der Aſtronomie mit der Chronologie, aus dem Werke erſehen, L'Art de vérifier les dates, in Fol. 1770; und aus dem Engliſchen Werke des Kennedy, A compleat Syſtem of aſtronomical Chronology, London, 1762, in 4to.

Durch eine Mondfinſterniß hat man den Irrthum der Jahrzahl erkannt, der in unſrer gemeinen Zeitrechnung, in Anſehung der Geburt Chriſti herrſcht. Es iſt bekannt, daß **Herodes** König in Judäa war; aus dem Joſeph aber erſehen wir (Antiquit. iudaic. XVII. 8) daß unmittelbar vor dem Tode des **Herodes** eine Mondfinſterniß vorfiel; dieſe Finſterniß fällt in die Nacht, zwiſchen den 12ten und 13ten März des vierten Jahres, vor unſrer gemeinen

Zeit-

Zeitrechnung, ſo, daß der Anfang derſelben wenigſtens drey Jahre weiter zurück geſetzt ſeyn ſollte.

Durch Sonnenfinſterniſſe hat Herr Coſtard das Ende des Krieges zwiſchen den Lydiern und Medern, auf das Jahr 603 vor Chriſti Geburt, und auf das Jahr 478, den Feldzug des Xerxes nach Griechenland feſtgeſetzt, den man gemeiniglich in das Jahr 480 ſetzte (Coſtard Hiſt. of Aſtron. pag. 236), und eben ſo vereinigt er den Herodot und Xenophon wegen des Cyrus Einnahme von Meden.

Aus der Sternkunſt nehmen wir auch die Eintheilung der Zeit, zum Gebrauche im gemeinen Leben, und die Kunſt, große und kleine Uhren einzurichten: man kann ſagen, daß die Ordnung, und die Menge unſrer Beſchäfftigungen, unſrer Pflichten, unſrer Ergötzungen, der Gefallen an der Achtſamkeit, und genauen Richtigkeit, und die eingeführte Gewohnheit, uns dieſes Zeitmaaß unentbehrlich gemacht, und unter die Zahl der Nothwendigkeiten des menſchlichen Lebens gebracht haben.

Wenn in Ermangelung großer und kleiner Uhren, Mittagslinien gezogen (Art. 155) und Sonnenuhren verfertiget werden, ſo iſt dieſes ein neuer Vortheil, den die Sternkunſt darreicht,

weil

weil die Gnomonik nur in einer Anwendung der ſphäriſchen Trigonometrie, und der Sternkunſt beſteht.

Die Meteorologie, das iſt die Kenntniß der Veränderungen der Luft, der Winde, des Regens, der trocknen Witterung, des Steigens und Fallens der Thermometer und Barometer, ſteht mit der Geſundheit des menſchlichen Körpers gewißlich in weſentlicher und unmittelbarer Verhältniß. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die Sternkunde hierinnen einen merklichen Nutzen ſchaffen würde, wenn man vermöge der Beobachtungen ſo weit gekommen wäre, die Einflüſſe der natürlichen Wirkungen der Sonne und des Mondes, auf unſre Dunſtkugel, und die davon abhangenden Veränderungen zu entdecken. Galenus warnt die Kranken, ſich ſolchen Aerzten nicht anzuvertrauen, die den Lauf der Geſtirne nicht kennen, weil die Arzneymittel, die nicht in der ihnen zukommenden Zeit, gebraucht würden, unnütze und ſchädlich wären; ich zweifle nicht, daß er von den Sätzen der Sterndeutung habe reden wollen, und die Einflüſſe gemeynt habe, die man ſich damals aus Einfaltsvollem Aberglauben einbildete; wenn man aber alles in ſeinen richtigen Werth ſtellt, ſo ſcheint es, daß die Anziehungen, durch welche die Waſſer der See, zweymal des Tages, erhoben werden, gar wohl einen Einfluß auf

die

die Beſchaffenheit der Dunſtkugel haben können. Hiervon kann man nachſehen, was **Hoffmann** und **Mead** ſagen die weitläuftig davon gehandelt haben, und was unter dem Wort Criſe in der Encyclopedie davon enthalten iſt. Ich wünſche, daß die Aerzte wenigſtens die Erfahrung in dieſer Sache zu Rathe ziehen möchten, und ihre Unterſuchungen darauf richten wollten, ob die Criſen und Paroxyſmen der Krankheiten, nicht einige Uebereinſtimmung mit den Stellungen des Mondes, in Anſehung des Aequators, der Syzygien, und der Apſiden haben ſollten; verſchiedene erfahrene Aerzte, haben mir davon überredet zu ſeyn geſchienen, und um ſie zu dieſer Beſchäfftigung anzureizen, habe ich einige Jahre hindurch in der mediciniſchen Zeitung, ausführlich von den aſtronomiſchen Umſtänden gehandelt, auf welche man Obacht haben ſollte.

Dieſe verſchiedenen Vortheile, die ſich zum Ruhme der Sternkunde vereinigen, ſind Urſache geweſen, daß man zu allen Zeiten, und bey allen Völkern der Welt, ihre Erkenntniß zu erlangen geſucht hat. **Joſeph** in ſeinen Jüdiſchen Alterthümern, führet die Neigung zur Sternkunde, und ihre erſten Entdeckungen, bis auf **Adam** zurück. Er erzählt uns, daß die Nachkommen **Seths**, beträchtlichen Fortgang darinnen gemacht hätten, und weil ſie das Andenken

davon

davon zu erhalten bemüht geweſen, hätten ſie ihre aſtronomiſchen Beobachtungen, auf zwo Säulen, eine von Stein, die andre von Ziegeln, eingegraben. Joſeph eignet dem Abraham die erſten Erkenntniſſe der Egyptier zu. Im Buch Hiob finden ſich viele Stellen, die von der Sternkunde handeln: „Kannſt du die Bande der ſieben Sterne zuſammen binden, oder „das Band des Orion auflöſen? Kannſt du „den Morgenſtern herfür bringen zu ſeiner Zeit? „oder den Wagen am Himmel über ſeine Kinder „führen?„ (Cap. 38. 31). Auch dem Moſe werden Erkenntniſſe von dieſer Art zugeſchrieben; wenigſtens ſagt der heilige Stephanus in der Apoſtelgeſchichte von ihm, daß er in aller Weisheit der Egyptier gelehret worden; welches man von der Sternkunde verſtehen muß, welche die Egypter ſo berühmt gemacht hatte.

Der Weiſe widerſpricht mit Recht allen denenjenigen, die ſich durch die Bewunderung der Geſtirne, ſo weit verleiten laſſen, Gottheiten aus ihnen zu machen; aber weit entfernt, das Beſtreben nach dieſen Erkenntniſſen zu tadeln, preißt er es vielmehr an, die Majeſtät des Schöpfers darinnen wahrzunehmen: „So ſie „aber an der ſchönen Geſtalt der Lichter am Himmel Gefallen hatten, und alſo für Götter hielten, ſollten ſie billig gewußt haben, wie gar „viel beſſer der ſey, der über ſolche der Herr iſt,

„denn

„denn der aller Schöne Meiſter iſt, hat ſolches „alles geſchaffen. Und ſo ſie ſich der Macht und „Kraft verwunderten, ſollten ſie billig an den„ſelbigen gemerkt haben, wie viel mächtiger der „ſey, der ſolches alles zubereitet hat. Denn es „kann ja an der großen Schöne und Geſchäffte, „derſelbigen Schöpfer, als im Bilde, erkennet „werden.„ (B. der Weisheit Cap. 13.) David fand auch bey den Geſtirnen, was ſeine Gedanken zur Betrachtung Gottes erheben konnte: „die Himmel erzählen die Ehre Gottes „(Pſ. 19, 2.). Ich werde ſehen die Himmel dei„ner Finger Werk, den Monden und die Ster„ne, die du bereiteſt (Pſ. 8, 4.)„. Und wir ſehen, daß Derham ein Werk Aſtrotheologie nennt, worinnen er das Beſondere, und die Größe, der in der Sternkunſt gemachten Entdeckungen, nach allem überzeugenden Werthe, als eben ſo viel Beweisthümer des Daſeyns Gottes vorſtellt. Was Ariſtoteles hiervon dachte, kann im achten Buche ſeiner Phyſik nachgeſehen werden.

Wer ein Vergnügen an dem Leſen der alten Geſchichte der Naturkündiger, und der griechiſchen und römiſchen Dichter findet, hat vornehmlich Kenntniß der Aſtronomie nöthig; man findet ſie in den Schriften der Alten, auf allen Seiten, entweder um die Zeit des Pflügens und der Saat, oder die Zeit der Feſte und an-

dächti-

dächtigen Gebräuche zu bemerken. Die Dichter, die Griechenland und Italien berühmt gemacht haben, und deren Werke nunmehro wirklich der Unſterblichkeit verſichert ſind, waren alle Verehrer und Kenner der Aſtronomie; einige von ihnen haben ſich derſelben ſo oft bedient, daß man ihre Werke, ohne Beyhülfe dieſer Wiſſenſchaft nicht verſtehen kann. Die Commentarienſchreiber haben dieſen Theil nicht ſonderlich bearbeitet, und ich habe Gelegenheit gehabt, anzumerken, daß noch vieles da zu thun ſeyn würde: man kann es auch aus verſchiedenen Anmerkungen erſehen, die ich dem Herrn Abt **de l'Iſle** zu ſeiner Ueberſetzung der Georgicorum gegeben habe; desgleichen dem Herrn **de la Bonnetterie** zu ſeiner Ausgabe der Autoren de re ruſtica; und dem Herrn **Poinſinet** zu ſeiner neuen Ueberſetzung des **Plinius**. Unter den Griechen kann man zu den Schriftſtellern, die von der Sternkunde geredet haben, folgende zählen: **Homer**, **Heſiodus**, **Aratus**; unter den Lateinern, **Lucretius**, **Horaz**, **Virgil**, **Ovid**, **Manilius**, **Lucanus**, **Claudianus**; ſie ſcheinen bey vielen Stellen ihrer Werke von Bewunderung der Sternkunde erfüllt zu ſeyn. **Horaz** meldet uns, daß er ſich zu den Sternen aufſchwingen will:

- - Juuat ire per alta
Aſtra, iuuat terris et inani ſede relictis,
Nube vehi, validique humeris inſidere Atlantis.

In einer andern Stelle, erzählt er uns die Gegenſtände der Wißbegierde und der Unterſuchungen, deren Beſchäfftigungen er ſeinen Freunden beneidete:

Quae mare compeſcant cauſſae: quid temperet annum;
Stellae ſponte ſua, iuſſaene vagentur et errent:
Quid premat obſcurum Lunae, quid proferat orbem.

Libr. I. Ep. 12 ad Iccium.

Virgil ſcheint allem andern Fleiße zu Erlernung der Wiſſenſchaften zu entſagen, um ſich mit den Wundern der Sternkunde zu beſchäfftigen.

Me vero primum dulces ante omnia Muſae,
Quarum ſacra fero ingenti perculſus amore,
Accipiant, coelique vias et ſidera monſtrent:
Defectus Solis varios, Lunaequae labores,
Vnde tremor terris, qua vi maria alta tumeſcant,
Obiicibus ruptis, rurſusque in ſe ipſa reſidant.
Quid tantum Oceano properent ſe tingere ſoles,
Hyberni, vel quae tardis mora noctibus obſtet. . .
Felix qui potuit rerum cognoſcere cauſſas.

Georgic. II. 475.

Ovid macht ſo prächtige Lobeserhebungen von den erſtern Erfindern der Sternkunſt, daß ich mich nicht enthalten kann, einen Theil davon hier beyzufügen:

Felices animos quibus haec cognoſcere primis,
Inque domos ſuperas, ſcandere cura fuit;
Credibile eſt illos pariter vitiisque locisque,
Altius humanis exeruiſſe caput.
Non Venus aut vinum ſublimia pectora fregit,
Officiumue fori, militiaeue labor,
Nec leuis ambitio, perfuſaque gloria fuco,
Magnarumue fames ſollicitauit opum.
Admouere oculis diſtantia ſidera noſtris,
Aetheraque ingenio ſuppoſuere ſuo.
Sic petitur coelum. . . .

Faſt. I. 297.

Die Kenntniß der Geſtirne iſt oftmals die Quelle vieler Schönheiten in den Werken der alten Dichter geweſen; man ſieht ſelten bey ihnen diejenige Unwiſſenheit, welche einige neuere Werke alles Schmuckes beraubet; dergleichen iſt die Unwiſſenheit des Poeten, der von den beyden Erdpolen ſpricht, und annimmt, daß einer der brennende Pol, und der andre der Eißpol ſey, (Mr. de Jarry Preißſch. von 1714).

La Fontaine redet von der Sternkunſt auf eine ſehr edle Art, wenn er ſich in folgenden Worten ausdrückt:

Quand pourront les neuf Soeurs loin des cours et des villes,
M'occuper tout entier, et m'apprendre des cieux
Les divers mouvemens, inconnus à nos yeux,
Les noms et les vertus de ces clartés errantes.

Songe d'un Habitant du Mogol.

Herr von Voltaire, der nicht nur der größte Dichter unſers Jahrhunderts iſt, ſondern auch der gelehrteſte, der vielleicht jemals geweſen iſt, hat in verſchiedenen Stellen ſeiner Werke zu erkennen gegeben, wie viel Geſchmack er an der himmliſchen Naturkunde finde. In einem Briefe, der 1738 geſchrieben iſt, ſcheint er die Unzufriedenheit des Virgils und la Fontaines nachzuahmen, und ſeine Neigung auf die Wiſſenſchaften zu richten; er ſchrieb über Newtons Naturlehre ein Buch, das ihm Ehre gemacht hat, und er ſelbſt hat den Wiſſenſchaften und den Gelehrten viel Ehre bezeigt, die er durch die ſchönſten Verſe geprieſen hat, vornehmlich den Newton, von welchem er in einem Briefe an die Marquiſe von Chatelet in folgenden Worten ſchreibt:

Confidens du Très Haut, ſubſtances éternelles,
Qui parez de vos feux, qui couvrez de vos ailes
Le trône où vôtre Maitre eſt aſſis parmi vous:
Parlez! Du grand Newton n'étiez vous point jaloux?

Man kann damit nur die zween Verſe des Pope von eben dieſem Gegenſtande vergleichen, von denen ich keine Ueberſetzung wagen kann, aus Beſorgniß, ich möchte den Werth des Ausdrucks verringern.

Nature

Nature and Nature's laws lay hid in night;
God ſaid: let Newton be, and all was light.

Niemals war auch ein Mann ſolches erhabenen Lobes ſo würdig, und wurde ſo würdig geprieſen.

Die Gleichgültigkeit gegen den reizendſten Anblick des Firmaments, hat die ſcharfſinnigſten Männer, die wir in allen Arten der Wiſſenſchaften gehabt haben, befremdet; Taſſo läßt dem Rinaldo aufmerkſame Betrachtungen anſtellen, die zum Unterricht dererjenigen angeführt zu werden verdienen, denen eben der Vorwurf gemacht werden kann; zu der Zeit, da er vor Anbruch des Tages, ſeinen Weg gegen den Oelberg antrat, betrachtete er die Schönheit des Firmaments:

Con gli occhi alzati contemplando intorno,
Quinci notturne e quindi matutine,
Bellezze incorruttibili e divine.
Frà se ſteſſo penſava, o quante belle
Luci il tempio celeſte in ſe raguna!
Ha il ſuo gran Sole il dì, l'aurate ſtelle
Spiega la notte, e l'argentata Luna;
Ma non è chi vagheggi o queſta o quelle;
E miriam noi torbida luce e bruna,
Ch' un girar d'occhi, un balenar di riſo
Scopre in breve confin di fragil viſo.

Geruſalemme liber. Canto XVIII.
Stanze 12. 13. v. 94.

Die Ehrenbezeugungen, die in allen Zeiten, und bey allen Völkern des Erdbodens berühmten Sternkündigern gemacht worden, beweiſen, wie hoch allezeit dieſe Wiſſenſchaft geſchätzet worden. Im Jahr 1695 wurde dem Caſſini zu Ehren eine Gedächtnißmünze gepräget (ſie iſt in der Beſchreibung der Mittagslinie in Bologna abgebildet); die alte Geſchichte, reicht zum Ruhme der Sternkunſt noch herrlichere Denkmaale dar. Die alten Könige in Perſien, und die Prieſter in Egypten, wurden aus denen erwählet, welche die größten Einſichten in dieſer Wiſſenſchaft hatten. Bey den Königen in Lacedämon ſaßen Sternkündiger mit im Rathe; Alexander hatte deren in ſeinem Gefolge bey ſeinen Feldzügen, und man verſichert, Ariſtoteles habe ihm geſchrieben, nichts ohne ihre Beyſtimmung zu thun; es iſt freylich gewiß, daß der Gefallen an Vorherſagungen dabey ſehr ſtarken Antheil nahm, die wahre Sternkunde aber, zog dennoch Nutzen daraus. Man weiß, wie ſehr Ptolomäus Philadelphus, der zweete König in Egypten, dieſer Wiſſenſchaft zugethan war; zu ſeiner Zeit lebten eine große Anzahl berühmter Männer, Hipparchus, Callimachus, Apollonius, Aratus, Bion, Theocritus, Conon, die keine Sterndeuter waren.

Julius

Julius Cäſar ſuchte einen Ruhm darinnen, beſondre Erkenntniſſe in der Sternkunſt zu haben, wie aus der Rede zu erſehen iſt, die ihn Lucanus an den Egyptiſchen Prieſter Achoreus bey dem Gaſtmahl der Cleopatra thun läßt. Tiberius war, nach des Suetonius Berichte, ſehr fleißig in der Sternkunſt. Der Kaiſer Claudius ſahe voraus, daß an dem Tage, der als ſein Geburtstag gefeyret wurde, eine Finſterniß vorfallen würde; er befürchtete, ſie möchte in Rom Schrecken und Unruhen erregen, und ließ dahero eine Nachricht öffentlich davon bekannt machen, in welcher er die Umſtände und Urſachen dieſer Erſcheinung erklärte.

Die Sternkunſt wurde beſonders getrieben von dem Kaiſer Adrian und Severus, von Carln dem Großen, von Leo V, Kaiſer in Conſtantinopel, von Alphonſus X, König in Caſtilien, von welchem wir noch die Alphonſiniſchen Tafeln haben, von Friedrich II, Kaiſer im Occident; dieſer ließ das Werk des Ptolomäus in die lateiniſche Sprache überſetzen, und verordnete in Neapel hierzu öffentliche Unterweiſung.

In meiner Aſtronomie habe ich angeführt, wie ſehr der Kalife Almamon, der Fürſt Ulugbeigh, und viele andre Monarchen in Aſien und China, die Sternkunſt geliebt haben.

Es iſt bekannt, ſagt der P. Gaubil, daß die Religion, durch die Sternkunde, den Zutritt in China erlangt hat, ohne dieſe, würde ſie längſt verbannt worden ſeyn (Tom. II pag. XVI. und pag. 117.). Unter den Helden, die dieſe Wiſſenſchaft verehret haben, führt man auch Mahomet II an, den Eroberer des griechiſchen Kaiſerthums; den Kaiſer Carl V, Carl II, König von England, und vornehmlich Ludwig XIV. Der Schutz, den derſelbe den Wiſſenſchaften angedeihen ließ, erſcheint genugſam aus der Errichtung der Akademie; die Sternkündiger in Paris, ſind mehr als einmal nach Hofe beſchieden worden, die Wißbegierde dieſes Herrn zu befriedigen, und er ſelbſt beehrte ſie mit ſeiner Gegenwart (Hiſtoire Céleſte, p. 271); Ludwig XV giebt derſelben täglich ähnliche Merkmahle des Antheils, den er an ihren Beſchäfftigungen nimmt. Der König von England beſchäfftiget ſich ſelbſt mit Vergnügen darinnen, und läßt ſich eine ſehr ſchöne Sternwarte zu eignen hohen Gebrauche im Schloſſe Richmond erbauen.

Hevel, ob er gleich in Danzig gebohren, und daſelbſt wohnhaft war, erhielt ein beſondres Merkmahl der Hochachtung, die Ludwig XIV und der große Colbert für ihn hegten; dieſes erfolgte nach der erſchrecklichen Feuersbrunſt, die ihn den 26ſten September 1679, durch die

Bos-

Bosheit eines ſeiner Bedienten betraf: **Colbert** ſchrieb in einem Briefe, datirt St. Germain den 28ſten December 1679 an **Heveln**, daß der König an dem Verluſte Theil nehme, den er erlitten habe, und ihm deshalb ein Geſchenk von 2000 Thalern übermache. Die Abſchrift dieſes Briefes, iſt in dem Exemplar der Selenographie des **Hevels**, das in der königlichen Bibliothek liegt, mit der Hand eingeſchrieben, zu finden.

Durch ſolche Merkmahle des Schutzes und der Hochachtung, können ſich Wiſſenſchaften erhalten und vollkommner machen, die gegen ihre Verehrer ſo undankbar ſind. Die Errichtung der Akademien zu London, Paris, Berlin, Petersburg, Stockholm, Bologna ꝛc. hat den Geſchmack vieler Fürſten und andrer Standesperſonen, an Wiſſenſchaften, berühmt gemacht, und dieſe haben vornehmlich zum Aufnehmen der Sternkunſt, großen Beytrag gethan.

Außer dieſen berühmten Geſellſchaften, giebt es noch vier Errichtungen, die hauptſächlich der Sternkunſt Nutzen geſchafft haben, entweder durch Anführung junger Leute, oder indem ſie, ſchon berühmten Sternkündigern, die Bequemlichkeit verſchafft haben, ſich ihrem Geſchmacke zu überlaſſen; das königliche franzöſiſche Collegium, das Collegium von **Gresham** zu Lon-

 don,

don, und die Stiftungen von Oxford und Cambridge in England; ich habe davon weitläuftig in meiner Aſtronomie gehandelt, desgleichen auch von allen berühmten Sternwarten, wo bisher wichtige Beobachtungen angeſtellet worden; die Anzahl dieſer Sternwarten vermehrt ſich täglich, in Verſailles ſelbſt, wird der Entwurf zu einer ſolchen gemacht, und wir haben Urſache zu hoffen, daß die Sternkunſt bald den Fortgang erreichen wird, zu welchem eine große Anzahl Mitarbeiter erfordert werden.

Inhalt

der zwölf Bücher, aus welchen dieſes Werk beſtehet, und ihrer Abtheilungen.

Erſtes Buch.

Von der Himmelskugel und den Sternbildern, S. 1
Die Polhöhe durch die Sterne zu finden 19
Von der Größe der Erde . 22
Von den geographiſchen Breiten . 25
Von den geographiſchen Längen . . 27
Von der eignen Bewegung des Mondes, und ſeinen Erſcheinungen . . 32
Von der jährlichen Bewegung, und der Ekliptik 35
Von der Schiefe der Ekliptik, und den Wendekreiſen, 41
Von der Bewegung der Sonne . 45
Von den Planeten überhaupt . 49
Von der geraden Aufſteigung, Abweichung, Länge und Breite der Sterne . 51
Von der Ringkugel . 56
Von der ſenkrecht- ſchief- und parallelſtehenden Himmelskugel . . 60
Von den Jahreszeiten und dem Clima 71
Von den Erdgürteln . . 76
Von den Gegenfüßern . 80
Eine Mittagslinie zu ziehen . 85
Von der künſtlichen Himmelskugel und derſelben Gebrauch . . 93

Die

Die Zeit des Aufganges und Unterganges der Sonne zu finden, wenn die Breite des Ortes auf dem Erdboden, und der Ort der Sonne, wo ſie an jedem Tage im Jahre ſtehet, bekannt ſind . Seite 95
Die zween Tage des Jahres zu finden, an welchen die Sonne in einer beſtimmten Stunde aufgehet . . 98
Die Punkte des Horizontes zu finden, wo die Sonne jeden Tag aufgehet . 99
Die gerade Aufſteigung der Sonne für einen beſtimmten Tag zu finden 100
Für jede gegebene Stunde, die Rectaſcenſion des Punktes der Ekliptik zu beſtimmen, der die Mittagshöhe erreicht Ebendaſ.
Die Stunde zu finden, in welcher die Sonne, an einem gegebenen Tage, einen beſtimmten Grad des Azimuths haben muß, 104
Die Höhe eines Geſtirnes, für eine gegebene Zeit zu finden . 107
Die Zeit des Durchganges eines Sternes durch den Mittagskreis zu finden 110
Den Tag zu finden, an welchem ein Stern zu einer beſtimmten Stunde aufgehet 111
Den Tag zu beſtimmen, an welchen ein Stern Abends nach Untergang der Sonne unſichtbar zu werden anfängt; oder den Tag, da er heliace untergeht . 116
Von der künſtlichen Erdkugel und ihrem Gebrauch, 120
Von den Sternbildern . . 127
Tafel der hundert Sternbilder, welche auf der Himmelskugel abgebildet ſind . 129
Stunden des Durchganges durch den Mittagskreis, der vornehmſten Sterne, für den erſten

ſten Tag jedes Monats, mit ihren Mittagshöhen für Paris . . Seite 132
Die Art, durch gerade Linien die Sterne zu verbinden, und dadurch kennen zu lernen . 134
Von den veränderlichen und neblichten Sternen, 150

Zweytes Buch.

Von den Gründen der Sternkunſt und den Weltordnungen . . 159
Von der Bewegung und den Ungleichheiten der Sonne . 161
Von der Methode der übereinſtimmenden Höhen 176
Beſchreibung des beweglichen Quadrantens 182
Vom Maaße der Zeit . 191
Die wahre Zeit einer Beobachtung zu finden 198
Von der Gleichung der Zeit . 199
Vom Durchgange durch den Mittagskreis, und vom Aufgange und Untergange der Geſtirne, 206
Von der Ordnung der Himmelskörper . 213
Von der kopernikaniſchen Weltordnung . 222
Von der Weltordnung des Tycho-Brahe 233
Von den Einwürfen wider die kopernikaniſche Weltordnung . . 240
Erklärung der Erſcheinungen in der kopernikaniſchen Weltordnung . . 251
Von den Bewegungen der Planeten, von der Erde geſehen . 261
Von den Umläufen der Planeten . 280
Von den Seculargleichungen . 282
Von der Rückkehr der Planeten zu einerley Stellen . . 284
Vom Stilleſtande und Rückgange der Planeten, 287

Drit-

Drittes Buch.

Theorie der Bewegung der Planeten um die Sonne . . Seite 290
Von der elliptiſchen Bewegung . 301
Von der Gleichung der Bahn . 312
Beſtimmung der Sonnenfernen . 321
Methode, die drey Elemente einer Bahn, auf einmal zu verbeſſern . 325
Von den Knoten, und Neigungen der Planeten, 330
Von den Neigungen . . 333
Von den Durchmeſſern der Planeten, und den Mikrometern, die zu Abmeſſung derſelben dienen . . . 339

Viertes Buch.

Von der Bewegung des Mondes, und der Rechnung der Parallaxen . . 349
Von den Ungleichheiten des Mondes . 361
Von den Knoten, und der Neigung der Mondbahn, 366
Vom Durchmeſſer des Mondes . 368
Von der Parallaxe des Mondes . 372
Methoden, die Horizontalparallaxe eines Planeten zu finden . . 379

Fünftes Buch.

Von den Finſterniſſen . 390
Von den Mondfinſterniſſen . 397
Die Erſcheinungen einer Mondfinſterniß zu finden, 400
Von den Sonnenfinſterniſſen . 408
Die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß vermittelſt der Projectionen zu finden . 431

Die

Die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß oder Sternbedeckung durch Zirkel und Linial zu finden Seite 448
Gebrauch der Finſterniſſe, die geographiſchen Längen zu finden . . 460
Vom Durchgange der Venus und des Merkurs durch die Sonne . . 467

Sechſtes Buch.

Von den Strahlenbrechungen . 475
Methoden, die Größe der aſtronomiſchen Refractionen zu finden . . 483

Siebentes Buch.

Von der Bewegung der Fixſterne . 491
Von der Abirrung der Sterne . 499
Von der Nutation oder dem Wanken 515

Achtes Buch.

Von der Geſtalt der Erde . 523
Von der zuſammengedruckten Geſtalt der Erde 525

Neuntes Buch.

Von den Nebenplaneten oder Trabanten des Jupiters und Saturns . . 542
Von den Ungleichheiten der Nebenplaneten 547
Von den Verfinſterungen der Nebenplaneten 557
Von Saturns Nebenplaneten . 586

Zehntes Buch.

Von den Kometen . 577
Verſchiedene Meynungen von den Kometen 582

Von

Von der paraboliſchen Bahn der Kometen, Seite 586
Von der Wiederkunft der Kometen . 601
Verſchiedene Anmerkungen über die Kometen, 605

Eilftes Buch.

Von der Umdrehung der Planeten, und ihren Flecken . . 615
Vom Sonnenäquator, und der Umdrehung der Sonne . . 625
Von der Umdrehung des Mondes, und der Libration . . 633
Von der Umdrehung und der Geſtalt der andern Planeten . 639
Von der Vielheit der Welten . 642

Zwölftes Buch.

Von der Schwere, oder der anziehenden Kraft der Planeten . . 647
Von der Centralkraft in den Kreisbahnen 670
Von der elliptiſchen Bewegung der Planeten 690
Von denen durch die Anziehung verurſachten Ungleichheiten . . 693
Von der Bewegung der Apſiden . 709
Von der Bewegung der Knoten der Planeten 712
Von der Ebbe und Fluth . 720
Tafel, welche das Reſultat der neueſten Beobachtungen von den Umlaufszeiten, Größen, und Weiten der Planeten enthält . 737

Die

Die
Sternkunſt
in einem
kurzen Lehrbegriffe.

Erſtes Buch.

Von der Himmelskugel und den Sternbildern.

Der leichteſte Weg, den Himmel, und die beſondern Bewegungen in demſelben, kennen zu lernen, beſtehet darinnen, daß man die natürliche Ordnung der Dinge, die da wahrzunehmen ſind, und die Verhältniſſe, die daraus entſtehen, beobachtet. Jedermann ſieht täglich die Sonne und den Mond auf- und untergehen; wer aber eine Nacht hindurch die Sterne überhaupt betrachten will, wird wahrnehmen, daß ſie ebenfalls auf- und untergehen; und daraus den Schluß machen müſſen, daß eine gemeinſchaftliche Bewegung zu bemerken iſt, durch welche das ganze Heer der Sterne ſeinen Umlauf um die Erde in 24 Stunden vollendet.

2. Wenn man die Beſchaffenheit dieſer täglichen Bewegung genauer zu betrachten, ſich auf einen erhabenen Ort begeben, und allenthalben umher ſehen will, ſo wird man den merklichſten Kreis wahrnehmen müſſen, nämlich den Geſichtskreis oder Horizont. Dieſer weite Umfang des Himmels, der um uns her die Geſtalt eines Kreiſes annimmt, und dem Geſichte, das auf dem offenen Meere, oder auf einem hohen Orte ſich befindet, auf allen Seiten die Grenze beſtimmt, theilt den Himmel in zween Theile, von welchen nur der über dem Horizonte befindliche, ſichtbar iſt, und die Geſtalt einer halben hohlen Kugel bildet. Die Sterne werden nur alsdenn erſt ſichtbar, wenn ſie in dieſe obere Halbkugel eintreten, und nun ſagen wir von ihnen, daß ſie aufgehen.

3. Nach dieſem erſten Kreiſe erſcheinen noch andre, die faſt eben ſo gut in die Augen fallen; denn wenn man die gemeine Bewegung der Sterne, eine oder etliche Nächte hindurch, unterſucht, ſo bemerkt man leichtlich, daß jeder Stern in Zeit von 24 Stunden, einen Kreis beſchreibt: die Sterne, die weiter nach Norden zu ſtehen, beſchreiben viel kleinere Kreiſe, als die andern, und man ſieht, daß alle dieſe Kreiſe, die durch verſchiedene Sterne gemacht werden, immer enger werden, ſich endlich verlieren und in einen erhabenen Punkt des hohlen Himmels zuſammen fallen, den wir den Weltpol nennen; der, welcher uns ſichtbar iſt, heißt der nordliche, mitternächtige oder arctiſche Pol.

4. Um ſich demnach von der Aſtronomie einen Begriff zu machen, muß man anfänglich den Weltpol kennen lernen, das iſt, die Gegend des geſtirnten Himmels, wo er ſeinen Standpunkt hat. Man erblickt

blickt am Himmel einen Stern, der bey ihm ſehr nahe ſteht, und den Namen des **Polarſterns** erhalten hat. Weil dieſer Stern ſehr nahe an dem feſten Punkte des Pols ſteht, um welchen alle Sterne ihren täglichen Umgang machen, ſo erſcheint keine merkliche Veränderung ſeiner Stelle, zu welcher Stunde und in welcher Jahrszeit man ihn auch betrachten mag, er iſt aber auch der einzige von dieſer Beſchaffenheit; denn alle andre Sterne beſchreiben Kreiſe um ihn, oder vielmehr um den Pol, welcher gleichſam der Mittelpunkt der Bewegung oder die Nabe im Rade iſt. Wir werden in der Folge dieſes Werkes (Artik. 400) darthun, daß dieſe Bewegungen bloße Erſcheinungen ſind, und eigentlich von der Bewegung der Erde herkommen; wir müſſen uns aber, nach dem Beyſpiel der alten Aſtronomen, im Anfange daran halten, die Erſcheinungen zu bemerken, ohne in ihre Urſachen einzudringen; unſer Weg wird dadurch natürlicher und leichter.

5. Der **Polarſtern** wird ohne andre Bekanntmachung gefunden werden können: es mag jemand einſam und alleine ſeyn, und niemals den Himmel angeſchauet haben, wenn er nur ſo viel Geduld beſitzt, einen Theil der Nacht auf die Unterſuchung der verſchiedenen Sterne zu wenden, indem er ihre Höhen und Stellungen, gegen Thürme, Berge oder andre merkliche Gegenſtände in Betrachtung zieht, ſo wird er gar bald gewahr werden, daß es einen ſehr ſchönen Stern giebt, welcher die ganze Nacht hindurch ziemlich genau einerley Stellung behält, und dadurch wird er denjenigen erkennen, den man mit dem Namen des Polarſterns hat benennen müſſen. Sollte dieſes Merkmal noch nicht zureichen, ihn zu entdecken, ſo muß der Beobachter ſich folgendes Weges bedienen.

6. Das Sternbild, das aus ſieben Sternen beſteht, und in der erſten Figur vorgeſtellet worden, iſt allgemein bekannt; das Landvolk nennt es den Wagen Davids, weil es wirklich einige Aehnlichkeit mit einem Wagen hat. Bey den Sternkundigen heißt es der große Bär; zieht man durch die zwey Sterne, die vom Schwanze am weiteſten abſtehen, und in der Figur mit α und β bezeichnet ſind, eine gerade Linie, ſo wird ſie, durch den Stern α verlängert, ſehr nahe auf den Polarſtern treffen, der ohngefähr eben ſo weit von dem Stern α abſtehet, als dieſer von dem Stern η entfernt iſt, der am Ende des Schwanzes ſteht. Der Polarſtern wird zu gewiſſen Zeiten höher ſtehen, als der große Bär, ein andermal tiefer als derſelbe; im erſten Fall muß die Linie, die den Polarſtern treffen ſoll, über den großen Bär hinaus verlängert werden; dieſes ereignet ſich, wenn man ihn zu Anfange des Novembers, Abends um 10 Uhr betrachtet, geſchiehet dieſes aber zu Anfange des Mayes um eben dieſe Stunde, ſo wird man den großen Bär am höchſten Orte des Himmels ſehen, und zu der Zeit wird man die Linie, die die beyden vorausgehenden Sterne im Viereck des großen Bäres verbindet, niederwärts verlängern müſſen, um ſie auf den Polarſtern zu führen. Zu andrer Zeit endlich, wird der Polarſtern ſeitwärts ſtehen, und muß die Linie, von welcher hier die Rede iſt, auf die rechte oder linke Seite des großen Bäres verlängert werden. In allen Fällen aber, befindet ſich der Polarſtern, und mit ihm der Weltpol, der ihm ſehr nahe liegt, auf der Seite des Sterns α, oder in der Gegend, nach welcher die erhabene Seite des Schwanzes liegt.

7. Ein Beobachter, der die Lage des Weltpols am Himmel kennt, wird leichtlich die Hauptgegenden

den beſtimmen können; Norden und Süden, Morgen und Abend. Erſtlich Nord oder Mitternacht, iſt die Seite, gegen welche man ſich ſtellt, um den Pol zu betrachten. 2) Süd, die wir in unſern Ländern Mittag nennen, iſt die gegen über ſtehende Seite, diejenige nämlich, wo uns die Sonne erſcheint, wenn ſie Mittag macht. 3) Morgen, Aufgang, oder Oſten. 4) Abend, Niedergang oder Weſten; dieſe zwo letzten ſtehen zwiſchen den zween andern Punkten, Norden und Süden, in gleicher Entfernung, oder nach rechten Winkeln; eine auf der Seite, wo die Sterne aufgehen, die andre, wo ſie untergehen. Morgen liegt rechter Hand, wenn man nach dem Pol gewendet ſteht.

8. Das Zenith oder der Scheitelpunkt iſt einer von den nothwendigſten Punkten, die am Himmel zu betrachten ſind, von welchem die Aſtronomen ſehr oft reden. Es iſt derjenige Punkt, der gerade über dem Kopf ſtehet; ein Faden mit einem angehängten Gewichte, den man ſich aufwärts bis in die Höhle des Firmaments verlängert, einbildet, nimmt ſeine Richtung auf dieſen Punkt.

9. Da das Zenith der erhabenſte Punkt am Himmel iſt, ſo macht ſeine Entfernung von allen Punkten im Horizonte, allezeit 90 Grad, oder den vierten Theil des Cirkels *). Wenn demnach ein Stern 60 Grad über den Horizont erhaben ſcheint, ſo iſt er vom Zenith noch 30 Grad entfernt; denn 60 und 30 machen die 90 Gra-

*) Wir nehmen hier als eine bekannte Sache an, daß man durch einen Grad, den 360ſten Theil eines Cirkels verſteht, und daß folglich der Quadrant oder vierte Theil eines Cirkels, 90 Grade enthält.

90 Grade aus, die vom Horizonte bis zum Zenith ſind; ſolchergeſtalt können wir uns künftig des Ausdruckes bedienen; die Höhe eines Sterns iſt die Ergänzung oder Complement ſeines Abſtandes vom Zenith, weil die Ergänzung eines Bogens dasjenige iſt, was ihm fehlt, um 90 Grad zu haben.

10. Das Nadir iſt der tiefſte Punkt der Himmelskugel, der dem Zenith gerade entgegenſteht, nach welchen ſich ein Senkbley durch die natürliche Schwere niederwärts richtet. Weil das Nadir und Zenith einander gerade entgegen ſtehen, ſo kann man ſich einen Kreis vorſtellen, der rund um den Himmel und zugleich durch dieſe beyden Punkte geht, von dieſen werden 180 Grad oder ein halber Cirkel auf einer Seite, und eben ſo viel auf der andern ſeyn; wir werden dahero einen Scheitelkreis oder Verticalcirkel denjenigen nennen, der durch das Zenith und Nadir gehet, es ſey auf welcher Seite es wolle, ſo wie man Vertical- oder Scheitellinie diejenige nennt, die das Senkbley anzeigt, von welchen die auf- und niederwärts verlängerte Richtung das Zenith und Nadir bezeichnet.

11. So oft man den Himmel auf einem freyen Platze betrachtet, bemerkt man leichtlich, daß nur eine Hälfte der Kugel über uns iſt, und daß es noch eine andre Hälfte geben muß, die wir nicht ſehen. Solchergeſtalt iſt der Geſichtskreis ein größter Cirkel der Himmelskugel, der an jedem Orte des Erdbodens, den ſichtbaren Theil des Himmels von dem unſichtbaren trennt.

12. Von ſolcher Beſchaffenheit iſt der wahre oder mathematiſche Horizont: wir wollen hier nicht davon reden, was man bisweilen ſcheinbaren Horizont nennt,

den

den man ſich als eine Fläche vorſtellt, die mit dem wahren Horizonte gleichlaufend iſt, und die Oberfläche der Erde berührt: wir können dieſen hier nicht gebrauchen; und übrigens iſt er auch von dem wahren Horizont nicht zu unterſcheiden, ſo bald es Sterne betrifft, die ſehr weit von uns entfernt ſind; er iſt nur, in Anſehung der Gegenſtände, die uns umgeben, und die das Geſicht einſchränken, wenn man nicht auf dem offenen Meere oder an einem erhabenen Orte iſt, von jenen unterſchieden. Der ſcheinbare Horizont auf dem offenen Meere, wenn das Auge 5 Fuß erhöht ſteht, erſtreckt ſich ohngefehr auf 2300 ſechsfüßige Ruthen in die Entfernung. (ſiehe Artik. 824)

13. Der Horizont iſt für jeden Standpunkt auf der Erde verſchieden: jedes Land, jeder Beobachter hat ſeinen eigenen, und ſo bald wir unſre Stelle verändern, erhalten wir einen andern Horizont. Der Beobachter, der in A (der 2ten Figur) ſteht, hat zum Horizont HO; gienge er 10 Grad fort bis zum Punkt B, ſo würde ſein Horizont RI werden, welcher mit den vorigen einen Winkel machen würde, der auch 10° enthielte.

14. Wenn man auf der Nordſeite den Ort des Nordpols, der über den Horizont erhaben iſt, wohl bemerkt hat, ſo kann man ſich leicht vorſtellen, daß es einen andern Pol auf der Mittagsſeite giebt, den man den mittägigen, ſüdlichen oder antarctiſchen Pol genannt hat, er iſt dem erſten entgegenſtehend, und eben ſo tief unter dem Horizonte, als jener darüber iſt. In Paris iſt der Nordpol ohngefehr 49° erhoben, und der Südpol eben ſo viel vertieft. Dieſe beyden Pole ſind die Endpunkte einer geraden Linie, die man ſich zwiſchen ihnen vorſtellt, und die Weltaxe

genennt wird, weil es wirklich ſcheint, als ob der ganze Himmel ſich um dieſe Linie als um eine Axe herumwende.

15. Wenn man die beyden Enden der Achſe kennt, ſo iſt es leicht, ſich das Rad oder den Kreis vorzuſtellen, der ſich in der Mitte derſelben befindet; und dieſer wird der Aequator ſeyn; es iſt genug, wenn man ſich hier einen Kreis vorſtellt, der in der Mitte der Axe befindlich iſt, und von den beyden Weltpolen gleichweit abſtehet. Es ſey (in der 3. Fig.) HPZEORQH ein Kreis, der durch die Pole geht, und den Umfang eines Scheitelkreiſes (Art. 10.) vorſtellt, P ſey der Nordpol, R der dieſem entgegenſtehende Südpol, PR die Weltaxe; die Linie EQ kann den Durchmeſſer des Aequators, oder des Kreiſes vorſtellen, der von beyden Polen gleichweit entfernt iſt, deſſen Fläche mit der Axe rechtwinklicht iſt, ſo wie die Fläche eines Rades mit ſeiner Achſe rechtwinklicht iſt: auf dieſe Art muß man ſich auf dem Durchmeſſer EQ einen Kreis vorſtellen, der auf der Fläche der Figur rechtwinklicht ſteht, deſſen eine Hälfte über dieſer Fläche, die andre unter derſelben iſt. Dieſer Kreis wird der Aequator ſeyn. Das war auch in der That der erſte Kreis, den die alten Sternkündiger ſich vorbildeten, und nach welchem die Chaldäer und Aegyptier zur Zeit des Herodots, 450 Jahr vor Chriſti Geburt, alle Sterne beſtimmten. Die Lage des Aequators, der ſolchergeſtalt gleichen Abſtand von beyden Polen hat, macht, daß man überhaupt und ohne Unterſchied ſagen kann, die Himmelskugel drehe ſich mit ihrem Aequator um die Axe PR, oder um die Pole des Aequators P und R.

16. Dieſe tägliche Bewegung um die Axe und um die Weltpole, iſt von **Manilius** in folgenden Verſen beſchrieben worden *):

> Aëra per gelidum tenuis deducitur axis,
> Libratumque gerit diuerſo cardine mundum;
> Sidereus medium circa quem voluitur orbis,
> Aeternosque rotat curſus immotus. . . .
>
> Lib. I. v. 179.

Den Nord= oder arctiſchen Pol haben **Lucan** und **Manilius** durch die Nachbarſchaft des großen Bären bezeichnet, den man Arctos nennte:

> Axis inocciduus gemina clariſſimus Arcto.
>
> LVC. VIII. 175.
>
> Alter in aduerſum poſitus ſuccedit ad Arctos.
>
> MANIL. I. 68. 2.

Und **Virgil** giebt den Unterſchied der Pole an, von welchen einer auf der Nordſeite erhaben, der andre gegen Mittag vertieft iſt, wenn er ſagt:

> Hic vertex nobis ſemper ſublimis, at illum
> Sub pedibus Styx atra videt, maneſque profundi.
>
> GEORG. I. 242.

17. Gleichwie man die Punkte P und R Pole des Aequators genennt hat, weil der Aequator von beyden gleichen

*) Das Gedichte des **Manilius** enthält eine weitläuftige Beſchreibung der Kreiſe der Himmelskugel, der Zeichen des Thierkreiſes, der Wirkungen, die man ihnen beymaß, und der Jahrszeiten. Liebhaber von dergleichen Art der Gedichte, müſſen auch die Gedichte des **Buchanans**, des Pater **Boſcovichs** und des Hrn. **Stays** leſen.

gleichen Abſtand erhält; ſo nennt man überhaupt Pole eines Kreiſes, die zweene Punkte einer Kugel, die von dieſem Kreiſe am weiteſten abſtehen, oder diejenigen, die in einer Linie liegen, welche rechtwinklicht auf der Fläche deſſelben Kreiſes ſteht, und durch deſſen Mittelpunkt geht. Solchergeſtalt iſt das Zenith der Pol des Horizontes; und gleiche Bewandniß hat es mit jedem andern Kreiſe, ſein Pol iſt von ihm beſtändig und auf allen Seiten 90° entfernt.

18. Die Linie, welche durch die beyden Pole eines Kreiſes geht, wird überhaupt die Axe dieſes Kreiſes genennt: ſo iſt zum Beyſpiel die Scheitellinie die Axe des Horizontes. Man muß die Axe nicht mit dem Durchmeſſer eines Kreiſes verwechſeln, denn dieſe ſind zwey ganz verſchiedene Dinge: der Durchmeſſer liegt in der Fläche des Kreiſes ſelbſt, die Axe aber erhebt ſich rechtwinklicht auf beyden Seiten, und liegt außer dieſer Fläche; ſie hat nur einen einzigen Punkt mit dem Kreiſe gemein, und dieſer iſt im Mittelpunkt des Kreiſes ſelbſt, wo die Axe durchgeht.

19. Wenn man die Punkte des Horizontes, wo die Sonne auf- und untergehet, täglich wohl unterſucht hat, wird man ſich leichtlich geneigt finden, Mitte des Tages, Mittag, oder Mitte des Himmels denjenigen Ort zu nennen, wo die Sonne iſt, wenn ſie den höchſten Stand in ihrer Bahn erreichet hat, und anfängt, niederzugehen; das iſt der Punkt, wo ſie ihre größte Erhöhung zu Mittage hat. Wenn man eben dieſe Beobachtung mit allen Sternen, die auf- und untergehen, anſtellet, wird man wahrnehmen, daß ſie ihre größte Höhe in der Mitte ihres Weges zwiſchen ihren Auf- und Untergang erreichen, obgleich ihre Höhen unter ſich verſchieden ſind; und man wird auch

von

von ihnen ſagen müſſen, daß ſie alsdenn im Mittage ſind. Dieſer Punkt aber iſt von verſchiedener Höhe, ſowohl bey verſchiedenen Sternen, als bey der Sonne ſelbſt, die uns zu einer Zeit höher, zu andrer niedriger im Mittage erſcheint. Man kann ſich daher einen größten Kreis vorſtellen, wie HPZEORQH, der durch das Zenith, durch das Nadir und durch die Pole gehet, dieſer wird der Mittagskreis ſeyn. Er hat ſeinen Namen daher erhalten, weil er die Mitte des Tages bezeichnet, wenn die Sonne in ihm zu ſtehen kömmt: jeder Punkt dieſes Kreiſes iſt rechter und linker Hand gleichweit vom Horizonte entfernt, dergeſtalt, daß alle Sterne zwiſchen ihrem Aufgange und ihrem Untergange ſich in dem Mittagskreiſe befinden, einmal über dem Horizonte, und nach ihrem Untergange unter demſelben. Ihre tägliche Laufbahn iſt demnach in vier gleiche Theile abgetheilt, von ihrem Aufgange bis zum Durchgange durch den Mittagskreis, von dieſem bis zum Untergange, vom Untergange bis zum untern Durchgange durch den Mittagskreis, und von dieſem untern Theil deſſelben bis zum Aufgange am folgenden Tage.

Der Mittagskreis theilt den ganzen Himmel in zwo Halbkugeln, wovon eine gegen Morgen, die andre gegen Abend iſt. Die erſte nennet man die oſtliche Halbkugel, die andre die weſtliche. Der Mittagskreis geht auch durch beyde Weltpole, indem er alle Kreiſe, die von den Sternen um die Pole beſchrieben werden, in zwey Theile theilt.

20. Der Mittagskreis in einem Lande, das weiter gegen Morgen, oder weiter gegen Abend, als Paris, liegt, iſt von dem Pariſer Mittagskreiſe unterſchieden; und ein Beobachter, der gegen Morgen oder gegen

Abend reiſet, verändert den Mittagskreis um ſo viel, als er gegen Morgen oder gegen Abend fortgehet, weil ſein Mittagskreis allezeit durch ſeinen neuen Zenith und durch die beyden Weltpole geht. So ſind von Paris bis Breſt ohngefehr 7°, um ſo viel liegt Paris weiter gegen Morgen als Breſt, und folglich iſt der Pariſer Mittagskreis von dem zu Breſt 7° unterſchieden. Es giebt nur einen Weg, ſeinen Standort zu verändern, ohne einen neuen Mittagskreis zu erhalten, das geſchiehet, wenn man gerade gegen Norden oder Süden gehet, das iſt, gegen einen von den Polen.

21. Alle Mittagskreiſe von allen Ländern des Erdbodens vereinigen und durchſchneiden ſich in den beyden Weltpolen, weil ſie alle von einem Pol zum andern geführet werden (19); der Aequator ſchneidet ſie alle in zwey gleiche Theile, weil er allenthalben von den Polen gleichweit abſtehet; ſie ſind auch alle auf den Aequator rechtwinklicht. Wenn aber ein Beobachter, der an einem Orte ſich beſtändig aufhält, von dem Mittagskreiſe ſpricht, ſo kann er keinen andern darunter verſtehen, als den Mittagskreis des Ortes, wo er ſich befindet, denjenigen nämlich, der durch ſein Zenith gehet, und den man ſich eben ſo unveränderlich als den Horizont vorſtellet.

22. Nachdem die drey vornehmſten Kreiſe an der Himmelskugel, der Horizont, Aequator und Mittagskreis feſtgeſtellet ſind; wird der Beobachter alle Sterne, die er betrachtet, auf dieſe drey Kreiſe vergleichen. Auf den Horizont, iſt er ſie zuerſt zu vergleichen, gleichſam genöthiget; denn ein Stern fängt erſt an, ſichtbar zu werden, wenn er ſich über den Horizont erhebt: die Sonne giebt uns das Tagelicht, und der Mond ſcheint in unſern ſchönen Nächten nicht eher,

als

als nach Ueberſteigung dieſes Grenzkreiſes, und je höher ſich ein Stern über den Horizont erhebt, deſto länger bleibt er uns ſichtbar. Dieſe Erhebung eines Geſtirns über den Horizont, iſt demnach eine von denen Erſcheinungen, auf welche man nothwendig Acht haben mußte; es war dahero auch eine von den erſten Beobachtungen, die man anzuſtellen hatte, die Höhe eines Sterns über dem Horizont zu meſſen.

23. Es ſtehe ein Beobachter in O (der 4. Fig.) wo Z das Zenith, und HOR den Horizont vorſtellen; weil nun von den Sternkündigern in allen Zeiten beliebt worden, den Kreis in 360° zu theilen, wird man nothwendigerweiſe 90° von Z bis R zählen müſſen; denn ZR iſt der vierte Theil des Kreiſes oder ganzen Umfanges; ein Stern, der in Z zu ſtehen kömmt, wird demnach 90° Höhe haben; der in A, gleichweit vom Horizont R und dem Zenith Z, wird deren 45 haben, und ſo ferner bey den übrigen.

24. Der Beobachter, der in O dieſe Höhen meſſen will, darf ſich nur mit einem Viertelkreis BD oder Quadranten von Pappe, Holz oder Metall verſehen, ihn in 90 gleiche Theile abtheilen, eine Seite deſſelben BO, vermittelſt eines Lothes, ſenkrecht ſtellen, das Auge im Mittelpunkt O anſetzen, und in ſolcher Einrichtung bemerken, auf welchen Punkt C der Stern trifft; die Zahl der Grade zwiſchen D und C auf ſeinem Werkzeuge wird eben dieſelbe ſeyn, als die von AR an der Himmelskugel, die des Sterns Höhe über den Horizont beſtimmet. Wenn auf dem kleinen Werkzeuge der Bogen DC wirklich der achte Theil des ganzen Umfanges, oder die Hälfte von BD iſt, ſo wird der Bogen am Himmel AR auch die Hälfte von ZR ſeyn, beyde demnach von 45 Graden. Die Grade

ſind

ſind nichts anders, als Theile des ganzen Umfanges oder Factore, und in dem Viertel von einem ſehr kleinen Kreiſe, ſind eben ſowohl 90 als in dem Viertel eines ſehr großen Kreiſes, ſo wie zwo Hälften oder vier Viertel in jedem Gegenſtande ſeyn können, er ſey groß oder klein. Auf dieſe Betrachtung gründet ſich das **Maaß der Winkel**, wovon wir beſtändig Gebrauch machen werden, weil alle unſre Abmeſſungen am Himmel in Graden oder Theilen des Kreiſes beſtehen.

25. Die Sternkündiger bedienen ſich, bey Meſſung der Höhen, einer viel bequemern Stellung des Quadranten; ſie richten eine Seite deſſelben BO (Fig. 5.) dergeſtalt, daß ſie auf den Stern A trifft, deſſen Höhe gemeſſen werden ſoll; im Mittelpunkt O dieſes Werkzeuges, iſt ein Loth OED, frey herabhangend, ſo wird der Bogen EG auf dem hierzu gebrauchten Quadranten, der zwiſchen dem Lothe und dem Halbmeſſer OG iſt, eben ſo viel Grade haben, als der Bogen AR, der die Höhe des Sterns über dem Horizont beſtimmt; denn die Scheitellinie ZOED macht mit dem Strahl vom Sterne BOA einen Winkel, deſſen Maaß auf einer Seite der Bogen ZA, auf der andern der ihm ähnliche BE iſt, und gleiche Anzahl Grade hat; wir werden dieſes **den Abſtand vom Zenith** nennen; es iſt aber der Bogen ZA die Ergänzung zum Bogen AR, wie BE die Ergänzung von EG iſt; folglich iſt der Bogen AR dem Bogen GE ähnlich, wovon der letzte Bogen die Höhe des Sterns eben ſowohl ausdrückt, als der Bogen AR. Hierinnen beſtehet die Art, deren ſich die Sternkündiger bey dieſer Beobachtung, die den Grund von andern ausmacht, und ſo oft vorfällt, bedienen; es

kömmt

kömmt bey Beobachtung der Höhe eines Sternes über dem Horizont, nur darauf an, eine Seite BO des Quadranten BEG gegen den Stern, der hier in A ſeyn mag, zu richten, und zu ſehen, wie viel das im Mittelpunkt des Werkzeuges frey hangende Loth ZOED Grade abſchneidet, von dem andern Halbmeſſer OG, des Werkzeuges an gerechnet, das iſt, wie groß der Bogen GE iſt. Hierauf gründet ſich der Gebrauch des aſtronomiſchen Quadranten, wovon wir eine umſtändliche Beſchreibung beyfügen wollen, wenn wir von den Gründen der Sternkunſt handeln werden (331), doch war es nöthig, hiervon gleich anfangs einen Begriff zu machen.

26. **Das Maaß der Winkel**, das vermittelſt eines Quadranten oder andern beliebigen Theiles des Umfanges geſuchet wird, iſt der Grund der ganzen Sternkunſt: denn ein Sternkündiger will die Bewegungen und Bahnen der himmliſchen Körper erkennen, und die ſcheinbare Stellung aller Geſtirne, in Verhältniß der einen gegen die andern, zu aller Zeit beſtimmen; hierzu iſt genug, wenn er weis, daß ein Stern von einem gegebenen Punkt am Himmel, eine Anzahl Grade, oder einen Theil des Umfanges, weiter fortgegangen iſt, als ein andrer. Es iſt nicht nöthig, dieſe ſcheinbaren Bewegungen in Meilen, Ruthen oder andern beſtimmten Maaßen zu wiſſen, hierzu werden wir in der Folge kommen (585); denn die Bemühungen der alten Sternkündiger waren anfänglich nur darauf gerichtet, die ſcheinbaren und gegen einander verglichenen Bewegungen, die ſich durch Grade, Minuten und Secunden, oder durch Theile des Kreiſes ausdrücken laſſen, zu entdecken, und wir handeln in dieſem erſten Buche ebenfalls nur davon, weil ſie hinrei-

hinreichend ſind, den Stand des Himmels zu aller Zeit ſo vorzuſtellen, wie er von unſern Augen empfunden wird.

Man ſähe zum Beyſpiel, daß ein Stern von einem andern um den halben Himmel, das iſt, 180 Grad, entfernt iſt, ſo daß er jenem gerade entgegen ſteht, ſo iſt das die größte unter allen ſcheinbaren Entfernungen: ein andrer Stern ſtehe in der Mitte dieſes Zwiſchenraumes, ſo daß er zwiſchen den andern beyden erſcheint, ſo werden wir ſagen, daß er von jeden derſelben 90 Grad oder um den vierten Theil des Kreiſes entfernt iſt; auf gleiche Art meſſen wir 30°, 15°, 5° ſcheinbaren Abſtand bey andern Sternen, und alle dieſe Abmeſſungen werden dadurch bewerkſtelliget, daß man gegen die zu beobachtenden Gegenſtände einen Kreisbogen richtet, wie BD (Fig. 4.), bey welchen der Mittelpunkt an unſerm Auge liegt, und der Bogen CD dem Theile des Umfanges am Himmel AR, den wir meſſen wollen, ähnlich iſt. Wenn wir demnach, zum Beyſpiel, ſagen, daß der Mond im Durchmeſſer einen halben Grad oder 30 Minuten hat, ſo heißt dieſes ſo viel: daß er die Hälfte des 360ſten Theils eines Kreisumfanges einnimmt, von welchem unſer Auge der Mittelpunkt iſt, oder, welches einerley geſagt iſt, daß dieſe Hälfte 720 mal um uns herum wiederholt, oder daß 720 Monden in einer Reihe, einer neben den andern geſtellet, den ganzen Kreis des Himmels machen würden.

27. Indem die ganze Himmelskugel ſich um ihre beyden Pole P und R (Fig. 6.) herumwendet, beſchreiben die Punkte EQ, die im Aequator liegen, einen Kreis, der einerley Größe mit der Himmelskugel hat, das iſt, der einer von den größten Kreiſen iſt, deſſen

Mittel-

Mittelpunkt C auch der Mittelpunkt der Himmelskugel iſt; die Punkte aber, die dem Pol näher ſind, als der Punkt A, beſchreiben kleinere Kreiſe; dergleichen iſt der Kreis AB, deſſen Mittelpunkt in D der Axe PR liegt, der in der Figur eine eyförmige Geſtalt hat, weil wir ihn körperlich und von der Seite beſehen, vorſtellen. Dieſe kleinen Kreiſe werden Parallelkreiſe mit dem Aequator, oder bloß **Parallelkreiſe** genennt. Jeder Punkt des Himmels, der außerhalb dem Aequator liegt, beſchreibt einen Parallelkreis, der in ſeiner Größe abnimmt, je weiter ein ſolcher Punkt vom Aequator entfernt iſt. (Art. 4.)

Alle dieſe Parallelkreiſe AB werden durch den Kreis HBPAO in zwey gleiche Theile getheilt; denn weil ihr Mittelpunkt D und ihr Pol P in der Fläche des Mittagskreiſes liegen, ſo geht dieſe Fläche durch ihre Mittelpunkte, und folglich ſchneidet ſie dieſelben in zwey gleiche Theile (19); es wird alſo ein Stern, der anfänglich im Punkte A des Mittagskreiſes ſtehet, und durch ſeine tägliche Bewegung den Parallelkreis AB beſchreibt, ſich eben ſo lange Zeit rechter Hand des Mittagskreiſes, als linker Hand deſſelben aufhalten, und dieſer Kreis wird die Dauer des täglichen Umlaufes in zwey gleiche Theile theilen.

28. Wenn der Parallelkreis AB, den der Stern beſchreibt, völlig über dem Horizont HO liegt, ſo ſieht man den Stern zweymal in einem Tage durch den Mittagskreis gehen, anfänglich in A, 12 Stunden darnach in B; ſeine größte Höhe über dem Horizont, wird bey ſeinem obern Durchgange in A, und ſeine kleinſte Höhe, bey ſeinem untern Durchgange, in B ſeyn. Wenn aber vom Parallelkreis des Sterns nur ein kleiner Theil über dem Horizont liegt, wie der

Parallelkreis MNL, deſſen über den Horizont erhabener oberer Theil MN viel kleiner iſt, als deſſen unſichtbarer Theil NL, ſo wird man den Stern nur ſo lange ſehen, als der kleinſte Theil von 24 Stunden beträgt.

29. Zwiſchen den gröſten Kreiſen der Kugel, und den kleinern Kreiſen, iſt dieſer Unterſchied, daß die Flächen der gröſten Kreiſe, die alle durch den Mittelpunkt der Kugel gehen, dieſelbe in zwey gleiche Theile theilen; da hingegen die kleinern Kreiſe, als AB, die Kugel ſo in zwey Theile theilen, daß einer, als APB, der kleinſte, der andre aber, als AEMORLQB, der gröſte iſt.

30. Ein andrer Unterſchied, den man bey den gröſten und kleinern Kreiſen zu bemerken hat, iſt dieſer: daß ein gröſter Kreis alle andre gröſte Kreiſe in zwey gleiche Theile theilet, da hingegen ein kleinerer Kreis durch einen gröſten Kreis oft in zwey ungleiche Theile getheilt wird; der Grund hiervon iſt leicht einzuſehen, wenn man erwägen will, daß, weil von zwey gröſten Kreiſen jeder ſeinen Mittelpunkt im Mittelpunkte der Kugel hat, ſo geht einer von den Kreiſen durch den Mittelpunkt des andern; ſie haben dahero einen gemeinſchaftlichen Durchmeſſer, den man den gemeinſchaftlichen Durchſchnitt ihrer beyden Flächen nennt: es erfordert aber die Eigenſchaft eines Durchmeſſers, daß er den Kreis in zwey gleiche Theile theilet; ſolchergeſtalt iſt jeder Kreis von dem andern durchſchnitten, nach der Lage des Durchmeſſers ſelbſt, und in zwey gleiche Theile getheilet. Da hingegen der kleinere Kreis, weil er vom Mittelpunkt der Kugel entfernt iſt, nicht nur in zwey ungleiche Theile getheilt werden kann, ſondern auch von einem gröſten Kreiſe

der-

derſelbigen Kugel gar nicht berührt werden kann. Das ſind die erſten Grundſätze der ſphäriſchen Trigonometrie, wovon man die Bücher leſen muß, wenn man einen guten Fortgang in der Sternkunſt machen will; die Begriffe, die wir hier davon beybringen werden, können zum Verſtand dieſes Buches hinreichend ſeyn.

Wir werden bey Erklärung der Ringkugel (100) ſehen, daß, da ſechs größte Kreiſe und vier kleinere von einander unterſchieden ſind; die Ordnung der Beobachtungen hat uns dahin geleitet, ſchon drey größte Kreiſe vorzuſtellen, die der Horizont, Aequator und Mittagskreis heißen. Von den kleinern Kreiſen, die Parallelkreiſe mit dem Aequator genennt werden, haben wir überhaupt geredet: von den übrigen aber wollen wir, wie es die Erſcheinungen erfordern werden, ſprechen.

Die Polhöhe durch die Sterne zu finden.

31. Die Stellung der drey größten Kreiſe der Himmelskugel, des Aequators, Horizonts und Mittagskreiſes muß von nun an den Grund zu allen unſern Beobachtungen legen; wir werden die Sterne auf ſie vergleichen, um ihre Lage und Bewegungen zu beſtimmen. Die erſte Sache alſo, die wir vorzunehmen haben, iſt, ihre Lage gegen einander zu erkennen, die Stellung des Aequators zu wiſſen, die er gegen unſern Horizont hat; wie hoch der Pol auf der Nordſeite, und wie hoch der Aequator auf der Südſeite erhaben ſind.

32. Weil der Aequator nichts anders iſt, als der Kreis, auf welchem die tägliche Bewegung geſchiehet,

ſo muß uns dieſe Bewegung dienen, den Aequator zu beſtimmen; und weil dieſe Bewegung um die Pole gemacht wird, ſo wird er gebraucht werden, auch ſie zu erkennen. Wenn der Polarſtern, wovon wir geſprochen haben, richtig und genau im Pole der Welt låge, ſo daß er davon das beſtåndige und unverånderliche Merkmahl ſeyn kônnte, ſo dürfte man nur ſeine Hôhe meſſen (23), und man würde dadurch die Polhôhe haben: dieſer Stern aber iſt vom Pol 2 Grad entfernt. Es iſt wahr, man hat Mühe, an ihm die Verånderung ſeines Standes zu bemerken, wenn man ihn nur mit bloßen Augen betrachtet, und ohne einen feſten Gegenſtand vor Augen zu haben, worauf man ihn vergleichen kann. Mit Werkzeugen aber, und durch anhaltende Aufmerkſamkeit, nimmt man wahr, daß er eben ſo, wie die andern Sterne, einen kleinen Kreis um den Pol beſchreibt. Wenn aber auch der Polarſtern nicht unmittelbar den Punkt des Himmels bezeichnet, wo der Pol iſt, ſo muß doch die Hålfte des Kreiſes, den er tåglich beſchreibt, die ſicherſte Anzeigung von ihm geben.

33. Wenn der Stern A (Fig. 3. und 6.) um den Pol P einen Kreis AB beſchreibt, und wenn dieſer Stern 2 Grad vom Pole abſtehet, ſo muß der Bogen AP von 2 Graden ſeyn, eben ſowohl als der Bogen PB, und der ganze Bogen APB, der die Breite des Parallelkreiſes vorſtellt, wird von 4 Graden ſeyn; wenn alſo der Stern im Mittagskreiſe in A iſt, im obern Theile ſeines Parallelkreiſes, ſo wird er eine Hôhe AH über den Horizont haben, die um 4 Grad grôßer iſt, als die Hôhe BH von eben dieſem Stern, wenn er 12 Stunden darnach unterhalb des Poles ſtehet; der Unterſchied alſo, von dieſen beyden Hôhen

wird

wird 4 Grad betragen. Wir wollen annehmen, daß wirklich die Höhen des Sterns in A und die in B beobachtet worden, ſo muß man den Unterſchied AB zwiſchen beyden Höhen, in zwey Theile theilen, um die Höhe des Pols P zu erhalten; die Hälfte dieſes Unterſchiedes wird PB ſeyn; man thue ſie zu der kleinſten Höhe des Sterns HB, ſo erhält man HP, das die verlangte Höhe des Pols iſt. Wenn der Polarſtern, zum Beyſpiel, in Paris beobachtet worden, und anfänglich 47°, hernach 51° Höhe gehabt, ſo iſt der Unterſchied 4°, hiervon nimmt man die Hälfte, das ſind 2°, ſo weit ſteht der Stern vom Pol entfernt; dieſe 2° zu den 47° hinzugethan, die die kleinſte Höhe des Sterns war, geben die Polhöhe, die folglich von 49° iſt; oder, welches einerley iſt, man nimmt die Hälfte von der Summe beyder Höhen 51 und 47, und findet 49°. Auf ſolche Art dienen die um den Pol herumſtehenden oder ihm naheſtehenden Sterne, ſeine Höhe zu finden.

34. Die Polhöhe und Aequatorhöhe machen zuſammen 90 Grade, wenn alſo eine von beyden bekannt iſt, ſo hat man auch die andre. Es ſey P der Pol, E der Aequator, PH die Polhöhe, EO die Aequatorhöhe, der halbe Kreis HZO iſt der ſichtbare Theil des Himmels, der 180° hat; nimmt man den vierten Theil des Kreiſes PZE, der den Abſtand des Pols vom Aequator giebt, oder 90° davon, ſo bleiben 90 Grad übrig; es machen dahero die Bogen HP und EO, die nach Abzug des Bogens PZE übrig bleiben, zuſammen 90°: daher iſt die Polhöhe HP die Ergänzung der Aequatorhöhe EO *).

 35. Hier-

*) Man nennt Ergänzung oder Complement eines Bogens die Anzahl der Grade, die ihm fehlen, um 90 voll-

35. Hieraus folgt, daß die Aequatorhöhe dem Abſtande des Pols vom Zenith gleich iſt, oder dem Bogen PZ; denn ZH iſt von 90°, weil vom Zenith zum Horizont ein Viertelkreis iſt; ſo iſt HP die Ergänzung von PZ: im vorigen Artikel aber iſt gezeigt worden, daß HP die Ergänzung zu EO iſt, daher iſt PZ ſo groß, als EO, das iſt, der Abſtand des Pols vom Zenith iſt, der Aequatorhöhe gleich.

36. Aus eben dem Grunde iſt klar, daß der Abſtand ZE, vom Zenith zum Aequator, der Polhöhe PH gleich iſt; denn ZH und PE ſind jeder 90°: nimmt man den gemeinſchaftlichen Theil PZ davon, ſo bleiben zween Bogen PH und ZE übrig, die einander gleich ſind, das iſt, die Polhöhe, und der Abſtand des Aequators vom Zenith.

Von der Größe der Erde.

37. Die Beobachtung der Pol- und Aequatorhöhen, oder der Mittagshöhe der Sonne in verſchiedenen Ländern, war der erſte Grund, woraus die Menſchen die runde Geſtalt der Erde ſchließen mußten. Der Schatten der Sonne wurde anfänglich gebraucht, die Verſchiedenheit der Polhöhe zu beſtimmen; je weiter man gegen Norden gieng, je länger fand man die an einerley Tage gemeſſenen Schatten; das gab die Anzeigung, daß die Höhe der Sonne über dem Horizont kleiner geworden war, und daß der Beobachter gegen Norden mit dem, der gegen Süden war, ſich nicht auf ein und eben derſelben Fläche befand; hieraus mußte man den Schluß machen, daß die Erde eine runde Geſtalt habe.

38. Der

voll zu machen; und Supplement, wie viel ihm fehlt, um 180 Grad zu erfüllen.

38. Der Schatten der Erde bey den Mondfinſterniſſen erſchien allezeit rund; die Schiffe, die man in der Entfernung auf offenem Meere ſahe, verſchwanden nach und nach; man ſahe, wie ſie tiefer giengen und ſich allmählig den Augen, durch die krumme Oberfläche des Meeres, entzogen. Solche Merkmahle hatten die alten Weltweiſen, woraus ſie die Krümmung und Rundung der Erde erkannten.

39. Nachdem ſie ſolchergeſtalt die Krümmung der Erde entdeckt hatten, bedienten ſie ſich eben deſſelben Mittels, auch ihre Größe zu erfahren; die Veränderung der Breiten und Höhen, entweder des Pols oder der Sterne, diente, ihnen die Ausdehnung des Erdbodens zu beſtimmen, indem ſie einen kleinen Theil derſelben abmaßen. **Poßidonius** beobachtete vor 1900 Jahren, daß der Stern, der Canopus heißt, und durch den Mittagskreis von Alexandrien gieng, mit einer Höhe des 48ſten Theils des Kreiſes oder von $7\frac{1}{2}$ Grad, ſich in Rhodus faſt gar nicht erhob, ſondern am Horizont wegſtrich und kaum zu ſehen war; hieraus folgte, daß dieſe beyden Städte, die doch unter einem Mittagskreiſe, oder faſt darunter lagen, um den 48ſten Theil des Kreiſes von einander entfernt waren; ferner betrug die Weite des Weges in gerader Linie, nach des **Eratoſthenes** Berechnung, den **Plinius** und **Strabo** anführen, 3250 Stadien; nahm man nun dieſe Zahl der Stadien 48 mal, ſo fand ſich, daß 360 Grad der Erdkugel 180000 Stadien gaben; ſo groß nimmt **Ptolomäus** in ſeiner Erdbeſchreibung, die ohngefehr ein hundert Jahre nach Chriſti Geburt geſchrieben iſt, die Größe des Erdkörpers an. Wenn man die Länge der egyptiſchen Stadien, wie Herr **le Roy** (Ruines des monumens

de la Grece p. 55.) auf 114 ſechsfüßige Ruthen und $\frac{13}{109}$ ſetzt, ſo findet ſich der Umfang der Erde 8999 Meilen, jede von 2283 Toiſen, oder ſechs Pariſer Fuß lange Ruthen, das trifft mit der Abmeſſung, die durch die Akademie beſtätiget worden, und ohngefehr 9000 Meilen beträgt, ziemlich genau zu (802).

40. Ein ander Beyſpiel: Wenn man von Paris gegen Norden nach Amiens geht, ſo findet ſich die Breite von Amiens einen Grad größer, als die von Paris, oder die Sonne iſt zu Mittage in Amiens einen Grad tiefer als zu Paris, das giebt einen Beweis, daß die Erde von Paris bis Amiens einen Grad Krümmung hat; die gemeſſene Weite aber, da man beſtändig von Mittag nach Norden geht, iſt 25 Meilen befunden worden, jede 2283 Toiſen (802); ein Grad auf der Erdkugel, oder der 360ſte Theil ihres ganzen Umfanges, iſt demnach 25 Meilen lang; woraus folgt, daß der ganze Umfang, oder die Rundung der Erde, 9000 Meilen hält; denn 25 mal 360 machen 9000. Wenn man wahrnimmt, daß die Sterne einen Grad höher erſcheinen, ſo iſt das ein Beweis, daß unſer Zenith und Horizont ſich um einen Grad verändert haben; denn dieſe ſind die feſten Grenzen, auf welche ſich unſre Beobachtungen der Höhen beziehen; wenn unſer Zenith ſich um einen Grad verändert hat, ſo hat es den 360ſten Theil des Kreiſes oder des ganzen Umfanges der Kugel gemacht, und wenn 25 Meilen Weges von Mittag nach Norden, ihm einen Grad Veränderung geben, ſo werden 9000 Meilen es um 360 Grad verändern, das iſt, ſie werden machen, daß es den völligen Kreis am Himmel beſchreibt, während dem, daß wir daſſelbe auf der Erdkugel thun; folglich hat die Erde 9000 Meilen im Umfange.

Von

Von den geographiſchen Breiten.

41. Der Aequator und die Pole, die wir am Himmel bemerkt haben, ſind auf gleiche Art auf der Erde wahrzunehmen; denn der Punkt auf der Erde, der den Pol des Himmels zum Zenith hat, muß nothwendig der Erdpol genennet werden; und gleich wie der Aequator am Himmel die Jahrszeiten beſtimmt, eben ſo giebt der Erdaequator die Witterung, und den Grad der Wärme oder Kälte, der in verſchiedenen Ländern herrſcht.

42. Man mußte vorhero die Sterne bemerken, die den Aequator am Himmel bezeichneten, das iſt, die ganz genau in gleichen Abſtand von beyden Himmelspolen ſtunden: reiſet man nun auf der Erde, ſo ſieht man, beym Fortgange gegen Mittag, daß dieſe Sterne ſich dem Scheitelkreis nähern, und viel näher nach dem Zenith zu durch den Mittagskreis gehen, *je weiter man in mittägige Länder fortgegangen iſt.*

43. Man ſiehet hier leicht ein, daß, bey weitern Fortgange, man in Gegenden des Erdbodens kommen muß, wo dieſe Sterne ganz genau durch das Zenith gehen werden, und die beyden Pole im Horizonte liegen; in dieſem Fall iſt man ſicherlich unter dem Aequator des Himmels, oder auf dem Aequator der Erde; denn der eine iſt mit dem andern verbunden, ſie ſind beyde in einer und eben derſelbigen Fläche, weil durch den Aequator am Himmel, der auf der Erde beſtimmt wird; und wenn man die Sonne über ſeinem Scheitel ſiehet, da ſie gleichen Abſtand von beyden Polen hat, das iſt, im Aequator, ſo muß man ſagen: ich ſtehe unter dem Aequator des Himmels, oder ich bin auf dem Aequator des Erdbodens.

44. Der Erdaequator, oder die Linie, macht den Kreis um die Erde herum, gehet mitten durch Afrika, durch die Staaten von Macoco und Monoemugi, die wenig bekannt ſind, über das indianiſche Meer, durch die Inſeln Sumatra und Borneo, und über die weite Fläche des ſtillen Meeres: ferner mitten durch das ſüdliche Amerika, von der Landſchaft Quito in Peru bis an die Mündung des Amazonenfluſſes. Von den Ländern, die unter der Linie liegen, ſagt man, daß ſie keine Breite haben, weil man den Abſtand vom Aequator, **Breite** nennt. Man geht ſo viel nach der Breite fort, als man den Aequator zurücke läßt, um gegen die Pole, es ſey Norden oder Süden, zu reiſen; und wenn man ſich einen Grad oder 25 Meilen vom Aequator entfernt hat, ſo iſt man auf dem erſten Grade der Breite.

Die **Breite**, oder der Abſtand vom Aequator, wird gegen Norden oder gegen Süden gemeſſen: **Nordliche Breite** wird genennt: der Abſtand vom Aequator, den die Länder haben, die nach Norden zu liegen, und **ſüdliche Breite**, die auf der andern Seite der Linie iſt.

45. Die Länder, die auf dem halben Wege vom Aequator zum Pol liegen, haben demnach 45 Grad Breite; als die Stadt Bourdeaux; imgleichen Sarlat, Aurillac, le Puy, Valence, Brianſon, Turin, Caſal und Placenz, Mantua, Rovigo und der Ausfluß des Po, in Aſien, Aſtracan, die chineſiſche Tatarey und das Land Yezo. Mehr als 90 Grad Breite kann man nicht haben; denn zwiſchen dem Aequator, von welchem man anfängt, zu zählen, und den Polen, wo alle Breiten ſich endigen und in einen Punkt zuſammenfallen, ſind nur 90 Grad.

46. Die Polhöhe, wovon wir im 33. Art. gehandelt haben, iſt der Breite des Ortes gleich; denn die Breite iſt nichts anders, als der Abſtand eines Landes vom Aequator der Erde, oder der Abſtand ſeines Zeniths vom Weltaequator, das iſt ZE, es iſt aber ZE ſo groß, als PH (36); folglich iſt die Breite der Polhöhe gleich.

Von den geographiſchen Längen *).

47. Nachdem wir die Entfernungen von Mittag nach Mitternacht unter dem Namen der Breiten beſtimmt haben, ſo iſt es nöthig, auch die Entfernungen in andrer Lage, nämlich von Abend gegen Morgen, zu meſſen; ſie ſind Längen genennt worden, weil die Länge durch die bekannten Länder nach dieſer Lage größer war, als von Mittag nach Mitternacht, als vor 1800 Jahren die erſten Erdbeſchreiber ihre Abmeſſungen feſtgeſtellet haben.

Um die Längen zu meſſen, ſtellt man ſich verſchiedene Kreiſe vor, die auf dem Aequator rechtwinklicht ſtehen, und durch die beyden Erdpole gehen, wie die Kreiſe PAR und PSR, die auf der Kugel der 12ten Figur zu ſehen ſind. Dieſe ſind die Mittagskreiſe auf der Erdkugel; alle Länder, die auf eben demſelben Mittagskreiſe liegen, haben auch eben dieſelbe Länge.

48. Die Stellung des erſten Mittagskreiſes, von welchen man den Anfang macht, die Längen zu zählen, iſt eine bloß willkührliche Sache, worüber man ſich zu vereinigen hat, weil der Himmel für die Längen

*) Der Name Geographie kommt von γῆ, Erde, und γράφω, ich ſchreibe, weil ſie die Erdbeſchreibung iſt.

Längen kein beſtimmtes Merkmahl auf der Erde angiebt, ſo wie der Aequator eines darreichet, die Breiten von ihm zu zählen. Die Wahl des erſten Mittagskreiſes iſt ſehr verſchieden geweſen, und noch jetzo ſind die Erdbeſchreiber hierinnen noch zu keiner Uebereinſtimmung gebracht. Man ſehe hiervon den P. Riccioli (Geographia reformata p. 385.)

49. Der Ausſpruch vom 25. April 1634 ſetzte unſern erſten Mittagskreis an die äußerſte Küſte der Inſel Ferro, die unter den canariſchen Inſeln am weiteſten gegen Abend liegt. Der vornehmſte Flecken auf dieſer Inſel, liegt von Paris 19° 53′ 45″ gegen Abend; weil aber Herr de L'Isle, unſer berühmteſter Erdbeſchreiber, der Leichtigkeit wegen die volle Zahl angenommen, daß nämlich Paris 20 Grad Länge habe, ſo ſind die franzöſiſchen Erdbeſchreiber ihm hierinnen gefolget; dahero iſt in den meiſten von unſern Landcharten, der erſte allgemeine Mittagskreis, 20 Grad von dem Mittagskreiſe von Paris, auf der Abendſeite, geſtellet worden; und ſo fährt man fort, die Längen auf der Erde gegen Morgen zu bis auf 360° zu zählen, indem man ſolchergeſtalt ganz um die Erde herum kommt.

50. Jedoch, die franzöſiſchen Sternkündiger, die gemeiniglich die Längen durch die Vergleichungen der zu Paris angeſtellten Beobachtungen, mit denen von andern Orten, beſtimmen, haben eine andre Art zu zählen. Sie nehmen den Unterſchied der Mittagskreiſe, oder den Unterſchied der Länge zwiſchen Paris und andern Orten, nicht in Graden, ſondern in Zeitmaaße an; 15° der Länge machen eine Stunde, weil die 24 Stunden des Tages, alle den Kreis um die Erde machen; jeder Grad macht 4′ Zeit; und anſtatt,

zum

zum Beyſpiel, zu ſagen, daß Poitiers 18° Länge hat, weil dieſe Stadt 2° weiter gegen Abend liegt als Paris, ſo ſagen ſie, daß der Unterſchied der Mittagskreiſe 8′ abendwärts mache. Eben der Art bediente ſich Ptolomäus in Anſehung Alexandriens, die Araber für Toledo, Copernic für Frauenburg, Reinhold für Königsberg, Tycho und Kepler für Uranienburg, die Holländer für Amſterdam und die Engländer für Greenwich, wo die königliche engliſche Sternwarte iſt.

51. Die Unterſchiede der Mittagskreiſe dienen uns, vom Unterſchiede der Stunden zu urtheilen, die man zu eben der Zeit in verſchiedenen Ländern zählt. Ein Beobachter, der 15 Grad von Paris morgenwärts, zum Beyſpiel nach Wien in Oeſterreich, gereiſet wäre, würde daſelbſt ohngefehr eine Stunde mehr zählen, als in Paris; denn weil er der Sonne entgegen gehet, die täglich von Morgen nach Abend läuft, wird er ſie eine Stunde eher als wir ſehen. Setzte er nun ſeine Reiſe gegen Morgen von 15 zu 15 Graden immer fort, ſo würde er jedesmal eine Stunde gewinnen; und wenn er die Reiſe um die ganze Erde herum machte, würde es ſich finden, daß er bey ſeiner Ankunft in Paris, 24 Stunden gewonnen hätte, und einen Tag mehr zählen, als wir; er würde am Montage ſeyn, wenn wir noch am Sonntage wären.

52. Ein andrer Beobachter, der ſeine Reiſe gegen Abend zu anſtellete, würde eben ſo viel weniger zählen, und wenn er nach ſeiner um die ganze Erde herum vollendeten Reiſe zu Paris ankäme, würde er nur Sonnabend zählen, da wir am Sonntage wären. Dieſes ſonderbare, in der Art zu zählen, wird man allezeit finden, wenn ein Schiff ankömmt, das die

Reiſe um die Erde gemacht, und ſeine Tage in beſtändiger Ordnung fortgezählet hat, ohne ſich nach dem Kalender der Länder zu richten, durch welche es ſeinen Lauf genommen.

53. Aus eben der Urſache müſſen die Einwohner der Inſeln des Südmeeres, die von unſerm Mittagskreiſe 12 Stunden entfernt ſind, bey der Ankunft der Reiſenden, die aus Indien kommen, und andrer, die zu ihnen aus Amerika kommen, wahrnehmen, daß ſie die Wochentage verſchiedentlich zählen, weil die erſten einen Tag mehr als die andern haben; denn wenn ſie meynen, daß es Sonntag zu Mittage für Paris iſt, ſo ſagen, die in Indien ſind, daß 6 Stunden verfloſſen ſind, da der Sonntag angefangen; und die in Amerika ſind, ſagen, daß im Gegentheil noch viele Stunden mangeln. Dieſes kam unſern Reiſenden in ältern Zeiten ſehr ſonderbar vor; man beſchuldigte ſie anfänglich, daß ſie ſich in ihrer Rechnung betrogen, und die Ordnung in ihrem Tagebuche unterbrochen. Dampier war durch Weſten nach Mendanao gereiſet, und fand, daß man daſelbſt einen Tag mehr zählte, als er. (Man ſehe Dampiers Reiſen im I. Bande.) Varenius ſagt ſo gar, daß zu Macao, einer chineſiſchen Seeſtadt, die Portugieſen gewöhnlich einen Tag mehr zählen, als die Spanier in den philippiniſchen Inſeln; die erſten haben Sonntag, wenn die andern erſt Sonnabend zählen, ob ſie gleich nicht weit von einander entfernt ſind; das kömmt daher, daß die Portugieſen, die zu Macao wohnen, durch das Vorgebürge der guten Hoffnung, oder durch Oſten dahin gereiſet, und die Spanier in die philippiniſchen Inſeln durch Weſten gekommen ſind, das iſt, von Amerika aus über das Südmeer.

54. Die Erfindung der Längen iſt eine von den allernöthigſten, zugleich aber auch allerſchwereſten Dingen in der Sternkunſt, Erdbeſchreibung und Schifffahrt: man verlangt, zum Beyſpiel, zu wiſſen, wie viel der martiniquiſche Mittagskreis von dem Pariſer entfernt iſt, oder wie viel Grade man gegen Abend machen muß, um nach Martinique zu kommen: die Art, welche die Sternkündiger gebrauchen, beſtehet darinnen, daß ſie am Himmel eine Erſcheinung oder ein Zeichen ſuchen, das in eben dem Augenblick in Paris und in Martinique kann beobachtet werden; zum Beyſpiel den Zeitpunkt, wenn eine Mondfinſterniß anfängt: wenn der Anfang der Finſterniß zu Mitternacht in Martinique geſchiehet, und man in eben dem Augenblick 4 Uhr 13 Min. des Morgens zu Paris gezählet hat, ſo iſt man verſichert, daß 4 Stunden 13′ Zeit, die einen Bogen von 63° 15′ geben, vom Mittagskreiſe zu Paris bis zu dem in Martinique ſind. Denn die Sonne bringt 24 Stunden zu, ihren Lauf um die Erde zu vollenden, und eine Stunde um 15 Grad zu machen: wenn nun die Einwohner in Martinique ihren Mittag eine Stunde ſpäter als wir hätten, ſo würden wir dadurch verſichert ſeyn können, daß ſie von uns 15° gegen Abend entfernt ſind; ſie haben ihn aber, der Beobachtung zufolge, 4 Stunden 13′ ſpäter als wir; ſie ſind dahero $63°\frac{1}{4}$ entfernt, dieſe betragen 4 Stunden 13 Min.; da 15° für jede Stunde, und ein Grad für 4 Min. Zeit ſind.

Von

Von der eignen Bewegung des Mondes und ſeinen Erſcheinungen.

55. Nachdem wir die tägliche Bewegung, die allen Sternen gemein iſt, als die erſte aller himmliſchen Erſcheinungen, die die Menſchen auch ohne beſondre Aufmerkſamkeit haben wahrnehmen müſſen, betrachtet haben, wollen wir zu der eignen oder beſondern Bewegung der Planeten fortgehen, die jener entgegen geſchiehet, das iſt, gegen Morgen gehet. Die einfacheſte und merklichſte von allen dieſen eignen Bewegungen, die auch am ſtärkſten in die Augen fallen mußte, war die Bewegung des Mondes. Alle Monate verändert dieſer Weltkörper ſeine Geſtalt, und läuft um den ganzen Himmel, in einer der allgemeinen Bewegung entgegengeſetzten Richtung; und indem der Mond täglich auf- und unterzugehen ſcheint, da er, wie alle andre Sterne, von Morgen gegen Abend läuft, ſo verweilet er täglich, und ſcheint hinter den Sternen zurück zu bleiben, oder gegen Morgen ohngefehr 13° rückwärts zu gehen. Dieſe beſondre Bewegung, durch welche ſich der Mond nach und nach gegen Morgen bringt, während der Zeit ſelbſt, da er, wie die andern Sterne, gegen Abend läuft, wird die eigne Bewegung, oder die periodiſche genennt, und es iſt eine wahre Bewegung, die bey dieſem Planeten ſtatt findet. Sie iſt ſo beträchtlich, daß der Mond, der anfänglich bey einem ſchönen Sterne ſtund, ſich von ihm losmacht, ſich entfernt, und in 27 Tagen ſeinen Lauf um den Himmel, auf einem der täglichen oder gemeinen Bewegung entgegengeſetzten Wege, vollendet; er kömmt nach 27 Tagen zurück, und nimmt ſeinen Stand neben demſelben Sterne wieder; am Ende des erſten Tages hatte er ſich 13° oder etwas

mehr von ihm entfernt; den zweyten Tag war er 26°, den dritten 39 und ſo fort; endlich nach 27 Tagen war er von ihm 360° entfernt, und folglich iſt er wieder zurück gekommen, ſich ihm auf der Gegenſeite zu nähern; ſolchergeſtalt findet er ſich wieder an demſelben Standorte ein, wo er den Monat vorher erſchien, nachdem er nach und nach neben Sternen zu ſtehen geſchienen, die um den ganzen Himmel ſind.

56. Die Mondserſcheinungen *), oder die verſchiedenen Geſtalten ſeines Lichtes, waren noch viel merkwürdigere Naturbegebenheiten, die in jedermanns Augen fallen mußten; wenn er die ganze Nacht hindurch in runder, breiter, und glänzender Geſtalt geſehen worden, die wir den Vollmond nennen: ſo verliert er nach und nach einen Theil von ſeinem Lichte, von ſeiner Breite, und von ſeiner ſcheinbaren Rundung; er geht viel ſpäter auf, er ſcheint nur die halbe Nacht hindurch, wird halb leuchtend **), und nimmt die Geſtalt einer Scheibe an, von welcher die Hälfte abgeſchnitten worden; einige Tage darauf, da er der Sonne noch näher gekommen, zeigt er ſich in ſichelförmiger Geſtalt, und ſteht früh gegen Oſten, vor Aufgang der Sonne, die Hörner ſind in die Höhe gerichtet, und der Sonne entgegenſtehend; er nimmt nun immer mehr an Größe und Lichte ab, verliert ſich unter den Sonnenſtralen, und verſchwindet endlich ganz.

57. Nach-

*) Φάσις, Apparitio, das ſind die verſchiedenen Geſtalten, unter welchen der Mond ſich unſern Augen zeigt.

**) Luna dichotoma, Δίκερος, bicornis; Τόμος, fruſtum ſectione ablatum.

57. Nachdem der Mond drey oder vier Tage völlig unſichtbar geweſen, ſo erſcheint er wieder des Abends gegen Weſten, nach Untergang der Sonne, in ſichelförmiger Geſtalt, da die Spitzen allezeit in die Höhe gerichtet ſind, oder der Sonne entgegen ſtehen; weil er aber durch ſeine eigne Bewegung immer gegen Oſten fortgehet, und ſich von der Sonne entfernt, ſo nimmt er an Größe und Lichte zu; er nimmt eine ſtärkere Sichelform an, iſt leichter zu ſehen und bleibt längere Zeit ſichtbar. Hierauf nimmt er das Anſehen eines halben Kreiſes an, und ſcheint im Viertel, oder in Quadratur, wenn er von der Sonne 90° weit, abſtehet; man nennt dieſes das erſte Viertel; endlich nach ſieben bis acht Tagen erſcheint er wieder voll, rund und hellleuchtend, ſo wie er einen Monat zuvor war; er geht nun um Mitternacht durch den Mittagskreis, und man ſieht, daß er der Sonne entgegen ſtehet.

58. Das ſind die Erſcheinungen und Anſichten oder Aſpekten des Mondes, die ehemals Gelegenheit gegeben haben, nach Monaten und Wochen von ſieben Tagen zu zählen (542), weil die Erſcheinungen des Mondes nach einem Monat wieder kommen, und weil der Mond ohngefehr alle ſieben Tage, ſo zu reden, unter einer neuen Geſtalt erſcheint; ja die älteſten Völker des Erdbodens zählten ihre Zeiten nach dem Monde; es war kein Zeichen am Himmel, das merkwürdigere Veränderungen, Abwechſelungen und Zeittheile geben konnte; und es iſt wahrſcheinlich, daß alle dieſe Völker die Art, ihre Beſchäfftigungen nach dem Monde einzutheilen, und ihre Verſammlungen feſtzuſtellen, aus den alleräteſten Zeiten, und gleichſam aus der gemeinen Quelle des menſchlichen Geſchlechtes, oder von einem allen gleich natürlichen Triebe, hergenommen.

men. (Man ſehe le Spectacle de la nature Tome IV. p. 283.) Wir werden hiervon im vierten Buche umſtändlicher handeln, und daſelbſt die Mondeserſcheinungen erklären, auch darthun, daß ſie durch das Sonnenlicht verurſachet werden, das immer die Hälfte des Mondes erleuchtet. Wenn wir oft nur einen kleinen Theil von dieſer halberleuchteten Kugel ſehen, und ſie ſo gar alle Monate aus dem Geſichte verlieren, ſo iſt hiervon die Urſache, daß der Mond alsdenn faſt zwiſchen uns und der Sonne ſtehet, ſeine helle Hälfte gegen die Sonne kehret, uns aber ſeine dunkle Seite zeigt; ein Gegenſtand aber, der nicht erleuchtet iſt, kann nicht geſehen werden, es ſey denn ein Lichtkörper, als die Sonne.

Von der jährlichen Bewegung, und der Ekliptik.

59. Die eigene Bewegung des Mondes iſt die geſchwindeſte und merkwürdigſte von allen, die am Himmel wahrzunehmen ſind; es giebt aber eine, die für uns viel wichtiger iſt: dieſe iſt die periodiſche oder jährliche Bewegung, die die Sonne zu haben ſcheint; ſie wird auch die eigene Bewegung der Sonne genennt; nach der täglichen Bewegung, iſt dieſe eine von den Erſcheinungen, die am ſtärkſten in die Augen fallen, weil der Unterſchied der Jahrszeiten, die Hitze des Sommers und Kälte des Winters eben ſowohl davon herkommen, als die Länge der Tage und Nächte, die in Zeit von einem Jahre ſo viel Veränderung leidet. Dieſe Bewegung iſt eigentlich nur ſcheinbar (400), und kommt von der jährlichen Bewegung der Erde her; hier ſind aber noch die Erſcheinungen und Anſichten zu unterſuchen, ohne die Betrachtungen auf

die Urſachen zu wenden, durch die ſie hervorgebracht werden.

60. Wenn man des Abends nach Untergang der Sonne, an der Abendſeite einen Fixſtern bemerkt hat, und ihn zu eben der Stunde etliche Tage nach einander mit Aufmerkſamkeit betrachtet, ſo wird man ihn von Tage zu Tage näher bey der Sonne ſtehen ſehen; ſo gar, daß er endlich verſchwinden und durch die Stralen und das Licht der Sonne bedeckt werden wird, wovon er etliche Tage vorhero weit entfernet war. Es wird zugleich auch leicht wahrzunehmen ſeyn, daß die Sonne ſich dem Sterne genähert, und nicht der Stern der Sonne. Denn wenn wir ſehen, daß alle Sterne täglich bey einerley Punkten des Horizonts auf- und untergehen, auch bey eben denſelben Gegenſtänden auf der Erde, und daß ſie unter ſich immer einerley Abſtand behalten, indem die Sonne beſtändig die Punkte ihres Auf- und Unterganges, und ihren Abſtand von den Fixſternen verändert; wenn wir ferner ſehen, daß jeder Stern täglich 4′ eher aufgehet, als den vorhergehenden Tag geſchehen, welches wir die tägliche Beſchleunigung der Fixſterne nennen (350), ſo wird aller Zweifel wegfallen, daß die Sonne ihren Stand, in Anſehung des Sterns, nicht ſollte verändert und ſich ihm genähert haben. Dieſe Beobachtung kann zu aller Zeit geſchehen, man muß aber Vorſicht brauchen, um nicht einen Planeten mit einem Fixſtern zu verwechſeln: wir werden bald die Mittel anzeigen, wodurch ſie zu unterſcheiden ſind (83).

61. Die erſte Erſcheinung demnach, die die eigne Bewegung der Sonne giebt, iſt dieſe: die **Sonne nähert ſich von Tage zu Tage denen Sternen, die weiter gegen Morgen ſtehen als ſie;** das iſt,

ſie

ſie gehet alle Tage weiter gegen Morgen: folglich geſchiehet die eigne Bewegung der Sonne von Abend gegen Morgen: ſie beträgt alle Tage ohngefehr einen Grad, und am Schluß der 365 Tage ſieht man den Stern wieder gegen Abend, um eben die Stunde und in eben derſelben Gegend, wo er das vorhergehende Jahr an ſelbigem Tage erſchienen war; das iſt, die Sonne iſt wiedergekommen, ihren vorigen Stand, in Vergleichung mit dem Sterne, wieder einzunehmen; ſie muß demnach einen Umlauf vollendet haben: wir nennen dieſes die jährliche Bewegung.

62. Um die jährliche Bewegung der Sonne mit ihrer täglichen zu verbinden, wollen wir uns eine große Kugel vorſtellen, durch deren Mittelpunkt eine Axe geht, die an ihren Enden in den Punkten P und R (Fig. 12.) unterſtützt ſey; man drehe dieſe Kugel, ſo wird ſie eine Vorſtellung von der täglichen Bewegung der Himmelskugel geben. Setzt man nun ein Inſekt in S, von beyden Polen P und R gleichweit entfernt, ſo wird dieſes zugleich mit der Kugel herumgehen müſſen, und dadurch den Aequator ASQ beſchreiben. Wenn man nun ein andres in B ſetzt, das einem Pole näher als dem andern iſt, ſo wird dieſes einen Parallelkreis BC beſchreiben, deſſen Umfang viel kleiner iſt. Indem ſich aber die Kugel nach einer Gegend drehet, mag das Inſekt, das wir in S geſtellet haben, ganz unmerklich nach einer gegenſeitigen Richtung fortgehen, ſo wird es die jährliche oder eigene Bewegung der Sonne nachahmen, die nach und nach gegen Morgen fortgehet, während daß ſie jeden Tag, zugleich mit dem ganzen Himmel und durch eine gemeinſchaftliche Bewegung, gegen Abend gebracht wird. Dieſe beyden Bewegungen hat Ovid in folgenden vier Verſen ſehr wohl ausgedrückt:

Adde quod aſſidua rapitur vertigine coelum,
Sideraque alta trahit, celerique volumine torquet;
Nitor in aduerſum; nec me (qui caetera) vincit
Impetus; et rapido contrarius euehor orbi.

Metam. II. 70.

63. Dieſe jährliche Bewegung, oder eigne Bewegung der Sonne, die von Abend gegen Morgen gehet, iſt demnach der täglichen und gemeinen Bewegung des ganzen Himmels, die gegen Abend fortgehet, und von uns zu Anfange erkläret worden, entgegengeſetzt. Die Sonne macht ſowohl als die Sterne, jeden Tag einen Umlauf um uns, vom Aufgange zum Niedergange, oder von Morgen nach Abend: aber während dieſer Zeit geht die Sonne ohngefehr einen Grad dieſer Richtung entgegen, oder von Abend nach Morgen zu, und ſteht nach und nach bey verſchiedenen Sternen.

64. Die Bahn dieſer jährlichen Bewegung iſt ſorgfältig beobachtet, und als ein Kreis befunden worden; dieſer Kreis iſt die Ekliptik *) genennt worden, deren Lage alſobald beſtimmt werden mußte. Das iſt die erſte Entdeckung, die von den alten Sternkündigern gemacht worden; wir wollen ihnen folgen, oder die Spur ihres Weges, ſo viel möglich, aufſuchen.

Die Ekliptik, der ſcheinbare und jährliche Weg der Sonne, iſt von dem Aequator oder dem Tagekreis, deſſen Lage wir bereits angezeigt haben (15), ganz unterſchieden. Die alten Chaldäer, die ihre Beobachtungen in Babylon anſtelleten, ſetzten die Aequatorhöhe

*) Von dem griechiſchen Wort ἐκλείπω, deficio, weil der Mond ſich allezeit in der Ekliptik oder ſehr nahe bey ihr befindet, wenn eine Sonnen- oder Mondfinſterniß vorfällt.

höhe 54°; wäre nun die Sonne in ihrer jährlichen Bewegung dem Aequator gefolget, ſo würde ſie alle Tage zur Mittagszeit 54° hoch erſchienen ſeyn. Statt deſſen aber nahmen ſie wahr, daß ſich die Sonne im Sommer 24° über den Aequator erhob, und im Winter 24° unter ihm ſtund, ſo daß ihre Erhöhung gegen die Mitte des Tages, oder ihre Mittagshöhe (19), im Sommer 78°, im Winter aber nur 30° war; woraus offenbar folgte, daß die Ekliptik ein Kreis war, der vom Aequator 24° Unterſchied hatte. Dieſer Kreis mußte nur durch den Aequator gehen, oder ihn in zween gerade entgegen liegenden Punkten durchſchneiden; denn man beobachtete zweymal im Jahre, im Frühling und Herbſt, daß die Mittagshöhe der Sonne ganz genau mit der Aequatorhöhe übereinſtimmte, und von 54° war; woraus die Folge war, daß die Sonne an denſelben beyden Tagen im Aequator ſelbſt geſtanden, von welchen ſie drey Monate zuvor, 24° Entfernung gehabt.

65. Es iſt demnach die Ekliptik, oder die Bahn der Sonne, in ihrer jährlichen Bewegung, ein Kreis der Himmelskugel, der den Aequator in zween Punkten durchſchneidet, ſich aber alsdenn bis auf 24 Grad nach Norden und Süden von ihm entfernt. Und weil dieſe beyden Abſtände gleich ſind, mußte man daraus ſchließen, daß die Ekliptik ein größter Kreis der Himmelskugel ſey; denn die größten Kreiſe haben die Eigenſchaft, einander in zwey gleiche Theile zu zerſchneiden (30). Es war nun nöthig, den Weg oder die Bahn der Ekliptik am Firmament und unter den Fixſternen zu beſtimmen, und die Sterne zu entdecken, durch welche die Sonne jeden Tag im Jahre ihren Weg nahm, um im Stande zu ſeyn, dieſen Kreis der

Sonne auf der Kugel vorzuſtellen, wo bereits der Aequator ſeine Lage erhalten hat (15).

66. Zu dieſer Abſicht mußte man gleich anfänglich bemerken, daß zwey Tage im Jahre waren, die ſechs Monat von einander abſtunden, an welchen ſich die Mittagshöhe der Sonne 54° fand, und folglich mit der Aequatorhöhe übereinkam. Man nennte dieſe beyden Tage die Zeiten der Nachtgleichen, weil die Sonne, die an dieſen Tagen den Aequator beſchrieb, 12 Stunden über dem Horizont, und 12 Stunden unter ihm verweilte, oder daß in den Zeiten, der Tag der Nacht gleich war; einer iſt die Frühlings-Nachtgleiche genennt worden, weil er am Ende des Winters einfällt, der andre aber die Herbſt-Nachtgleiche.

67. Hatte man nun am Tage der Frühlings-Nachtgleiche wohl bemerkt, welcher Stern oder Punkt des Himmels, 12 Stunden nach der Sonne, oder um Mitternacht, in der Höhe des Aequators durch den Mittagskreis gieng, ſo war man verſichert, den der Sonne gegen überſtehenden Punkt, oder die Herbſt-Nachtgleiche entdeckt zu haben, den Ort nämlich, wo die Sonne ſechs Monate darnach ſeyn mußte, wenn ſie im entgegenſtehenden Punkte den Aequator durchſchneiden ſollte.

Auf ſolche Art hat man den Punkt der Herbſt-Nachtgleiche erkennen, und am Himmel bezeichnen müſſen, wenn die Sonne im Frühlingspunkte ſtund; und den Frühlingspunkt, wenn die Sonne den Herbſtpunkt erreicht hatte, oder jenem entgegen ſtund; hierdurch hat man gelernt, die beyden Hauptpunkte der Sternkunſt, am Sternhimmel zu unterſcheiden.

68. Die

68. Die Punkte der Ekliptik, die zwiſchen den Nachtgleichen liegen, in welchen ſich die Sonne in ihrer größten Entfernung vom Aequator befindet, ſind Sonnenſtandspunkte (Solis ſtationes) genennt worden, weil die Sonne, wenn ſie dieſe größte Entfernung erreicht hat, etliche Tage lang einerley Abſtand vom Aequator zu behalten ſcheint, ohne ſich ihm, wenigſtens merklich, zu nähern oder von ihm zu entfernen: das ereignet ſich den 21ſten Tag des Brachmonats und den 21ſten des Chriſtmonats.

Solchergeſtalt iſt alles, in Anſehung der Ekliptik, zur Beſtimmung gebracht: wir kennen die beyden Punkte der Nachtgleichen, wo dieſer Kreis den Aequator durchſchneidet; wir wiſſen, daß er ſich alsdenn in den Sonnenſtandspunkten über ihn nach Norden zu erhebt, oder unter ihn nach Süden zu vertieft, und dieſe Entfernung war ehemals von 24°; es fehlet demnach nichts, um am Himmel die jährliche Bahn der Sonne, oder den Kreis der Ekliptik zu bezeichnen: von der Eintheilung dieſes Kreiſes in zwölf Zeichen, werden wir bald reden. (Art. 76.)

69. Nachdem man ſich eine künſtliche Himmelskugel verfertiget hatte, dergleichen die 12te Figur vorſtellt, und auf dieſe Kugel die Sterne, ihren beobachteten Stellungen gemäß, nach vorhergegangener Zeichnung des Aequators und der Pole, geſetzt hatte (15), war man im Stande, auch die Ekliptik darauf vorzuſtellen, und die Sterne anzuzeigen, durch welche dieſer Kreis durchgehen mußte; das geſchahe ſchon von den älteſten Sternkündigern.

Von der Schiefe der Ekliptik, und den Wendekreiſen *).

70. Der Abſtand oder Bogen von ohngefehr 24°, der in den Sonnenſtandspunkten zwiſchen dem Aequator und der Ekliptik befindlich iſt, wird die Schiefe der Ekliptik genennt. Um dieſe Schiefe zu erfahren, hat man beobachten müſſen, wie hoch ſich die Sonne im Sommer über den Aequator erhebt, und wie viel ſie ſich im Winter unter ihn vertieft (64), oder man hat vielmehr beobachten müſſen, wie viel die Sonne im Sommer zu Mittage höher ſtehet, als zu Mittage im Winter; und weil ſich da 47° Unterſchied fand, hat die Hälfte dieſes Unterſchiedes oder $23\frac{1}{2}$ Grade, den größten Abſtand der Ekliptik vom Aequator gegeben. Wir haben auch jetzo noch kein ander Mittel, die Schiefe der Ekliptik zu beſtimmen.

71. Vor 2000 Jahren war dieſe Schiefe der Ekliptik ohngefehr 24°; heut zu Tage aber iſt ſie nur 23° 28′, und nimmt alle hundert Jahre um eine Minute ab. (Art. 758)

72. Die Alten beobachteten, um die Schiefe der Ekliptik zu beſtimmen, die Schatten der Sonne in den Sonnenſtandspunkten. Es ſey AB (Fig. 7.) ein Zeiger oder Gnomon **), oder ein jeder lothrecht aufgerichte-

*) Die Wendekreiſe, Tropici, haben ihren Namen von dem griechiſchen Worte τρέπω, verto, weil die Sonne, wenn ſie in die Wendekreiſe kommt, ihren Weg wieder zurück zu nehmen ſcheint, oder ſich wenigſtens gegen den Aequator richtet.

**) γνώμων, ein gerades Lineal, ein gerader Stift. Die berühmteſten Zeiger, die zu dieſer Abſicht gebraucht worden, ſind die in Bononien, in der Kirche des heil. Sulpitius zu Paris, in Florenz und Rom.

richteter Stift, wie der Obeliſk zu Rom auf dem Platze des Mars war, oder eine Oeffnung A, die in eine Mauer AB angebracht iſt, um einen Sonnenſtral dadurch gehen zu laſſen; es ſey SAE der Stral im Winterpunkte, BE der Sonnenſchatten; OAC der Stral vom Sommerpunkte, und BC der kürzeſte Sommerſchatten; ſo iſt in dem Dreyeck ABC, das in B rechtwinklicht iſt, und wovon man die Seiten AB, BC kennt, vermittelſt eines Zirkels, oder durch die Regeln der Trigonometrie leicht zu finden, wie viel Grade der Winkel ACB oder OCB hält, der die Höhe der Sonne im Sommerpunkte ausdrückt; auf eben die Art wird man bey dem Dreyeck ABE verfahren, um den Winkel E zu finden, der der Sonnenhöhe im Winterpunkte gleich iſt. So fand Pytheas, den Strabo und Ptolomäus aus Hipparchs Nachrichten anführen, die Verhältniß der Höhe des Zeigers zur Länge des Schattens im Sommerpunkte, zu Byzanz und Marſeille, 250 Jahr vor Chriſti Geburt, wie 120 zu 41⅘, woraus Gaßendi die Schiefe der Ekliptik für die damalige Zeit 23° 52′ ſchloß.

73. Jeder von den Parallelkreiſen, die die Sonne durch ihre eigne Bewegung von Tag zu Tag zu beſchreiben ſcheint, iſt von dem Aequator eben ſo weit entfernt, als der Punkt der Ekliptik, in welchem ſich die Sonne befindet; wenn die Sonne 10° vom Aequator entfernt iſt, oder 10° Abweichung hat, ſo beſchreibt ſie einen Parallelkreis, der vom Aequator 10° abſtehet, und gehet durch das Zenith aller der Länder, die 10° Breite haben. Wenn ſie ihre größte Abweichung in B von 23½ Grad erreichet hat, ſo beſchreibt ſie einen Parallelkreis BC (Fig. 12.) der vom Aequator am weiteſten abſtehet; den kleinſten Kreis, den ſie be-

ſchrei-

ſchreiben kann, nennt man den Wendekreis, Tropicus, von dem griechiſchen Worte das Umwenden bedeutet. Auf beyden Seiten des Aequators giebt es einen ſolchen Wendekreis; der eine heißt der Wendekreis des Krebſes, weil die Sonne dieſen an dem Tage beſchreibt, da ſie in den Sommerpunkt, und zugleich in das Zeichen des Krebſes tritt; der andre heißt der Wendekreis des Steinbocks, weil ſie ihn bey ihren Eintritt in den Winterpunkt und in das Zeichen des Steinbocks beſchreibt. Es enthalten demnach die Wendekreiſe den ganzen Raum, in welchem ſich die Sonne befinden kann, und dieſer iſt 47°. Die Wendekreiſe berühren die Ekliptik, und ſchleifen ſich mit dieſem Kreiſe in den Sonnenſtandspunkten.

74. Der Wendekreis des Krebſes geht auf der Erde ein wenig jenſeits des Berges Atlas, auf der weſtlichen Küſte von Afrika, ferner durch Syena in Aethiopien, von da über das rothe Meer, über den Berg Sinai, über Mekka, Mahomeds Vaterland, über das glückſelige Arabien, die äußerſten Gegenden von Perſien, Indien, China, das große Weltmeer, Mexiko, und die Inſel Cuba. Der Wendekreis des Steinbocks geht durch das Land der Hottentotten in Afrika, durch Braſilien, Paraguay und Peru.

75. Wenn wir den Ausdruck gebrauchen, daß die Sonne jeden Tag einen Parallelkreis mit dem Aequator beſchreibt, ſo nehmen wir dabey an, daß die Sonne 24 Stunden lang einerley Abweichung behalte, und auf einerley Punkte der Ekliptik verbleibe, oder wenigſtens gleichen Abſtand vom Aequator habe; das iſt aber nicht nach der Schärfe richtig, weil die Sonne ihren Abſtand vom Aequator beſtändig verändert, und folglich jeden Augenblick in einem andern Parallel-

kreiſe

kreiſe iſt; ſie beſchreibt vielmehr eine Spirallinie als einen Kreis; um aber die Ausdrücke und Begriffe leichte zu machen, nimmt man beym Vortrage der erſten Gründe der Sternkunſt an, daß die tägliche Bewegung der Sonne in einem Parallelkreiſe mit dem Aequator geſchehe; oder man betrachtet den geringen Theil, um welchen ſich die Sonne den Polen in 24 Stunden nähert, als eine unmerkliche Kleinigkeit.

Von der Bewegung der Sonne.

76. Um die Bewegungen der Sonne und der übrigen Himmelskörper zu berechnen und zu meſſen, war es nöthig, einen Punkt am Himmel zu erwählen, wovon man den Anfang machen, und auf welchem man alles vergleichen konnte. Die Wiederkunft der Jahrszeiten, welche die merkwürdigſte Sache für die Menſchen, und die beträchtlichſte in der ganzen Sternkunſt war, ſetzte den erſten Punkt der Bewegung feſte. Die Sonne kam durch ihren jährlichen Lauf in der Ekliptik, jedes Jahr wieder zurück, den Aequator zu durchſchneiden, und den Feldern wiederum den Frühling zu geben (66); dieſe Verneuerung der Natur diente, den Anfang des Jahres zu bemerken, und die Sternkündiger bedienten ſich derſelben, um ihre Meſſungen von dem Punkte anzufangen, wo dieſe Veränderung geſchahe, das iſt, vom Durchſchnittspunkt der Ekliptik mit dem Aequator. Man nennt dahero die Länge den Abſtand der Sonne von dem Punkt der Nachtgleiche, längſt der Ekliptik fortgezählet. Wenn die Sonne durch ihre jährliche Bewegung, indem ſie von der Nachtgleiche ausgehet, 30° in der Ekliptik zurückgelegt hat, ſo ſagt man, daß ſie 30 Grad Länge, oder ein himmliſches Zeichen durchgegangen, und ſo

bis

bis auf zwölf Zeichen fort. Die erſten 30 Grade ſind unter dem Namen des Widders begriffen, den man durch das Zeichen ♈ vorſtellet; die folgenden 30 Grad machen das Zeichen des Stieres ♉, nach welchen die Zwillinge ♊, Krebs ♋, Löwe ♌, Jungfrau ♍, Waage ♎, Scorpion ♏, Schütze ♐, Steinbock ♑, Waſſermann ♒, Fiſche ♓ folgen, wie folgende zwey Verſe anzeigen:

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Piſces.

77. Dieſe zwölf himmliſchen Zeichen, deren Namen den zwölf Theilen der Ekliptik, von der Nachtgleiche an gerechnet, zukommen, ſind von den Sternbildern (Conſtellationes), die eben dieſe Namen führen, ganz verſchieden (230); man unterſcheidet das Himmelszeichen (Signum) des Widders von dem Sternbilde des Widders; das erſte iſt nichts anders, als das erſte Zwölftheil, oder die erſten 30 Grade des Kreiſes der Ekliptik; das andre iſt eine Anzahl Sterne, die ehemals wirklich an eben dem Orte des Himmels ſtunden, wo das Zeichen des Widders iſt, welches auch von dem Sternbilde den Namen erhalten, jetzo aber viel weiter fortgerückt iſt, wovon wir unten (319), wenn wir von dem Vorrücken der Nachtgleichen reden werden, mehr ſagen wollen.

78. Zur Beſtimmung der Länge der Sonne, hatten die erſten Sternkündiger nichts anderes nöthig, als zwey Sonnenſtandspunkte, und zwey Nachtgleichen: dieſe vier Beobachtungen theilten das Jahr in vier Jahrszeiten; man erforſchte, vermittelſt der Schatten, die kleinſte Höhe der Sonne, und fand dadurch den Winterpunkt; die größte Höhe derſelben zeigte den

Sommerpunkt; und die mittlere Höhe, oder Hälfte beyder Sonnenhöhen, oder die Aequatorhöhe, zeigte den Tag der Nachtgleiche an; dieſe Beobachtungen gaben den erſten Sternkündigern, die Länge des Jahres in Tagen ausgedrückt, zu erkennen, und zugleich dienten ſie ihnen, zu erfahren, an welchen Tagen des bürgerlichen Jahres ſich die Sonne im Anfange jedes Himmelszeichens befand.

79. Wir beobachten wirklich, daß die Sonne den 20. März in den Witter tritt; den 20. April in den Stier, den 21. May in die Zwillinge, den 21. Junius in den Krebs, den 22. Julius in den Löwen, den 23. Auguſt in die Jungfrau, den 23. September in die Waage, den 23. October in den Scorpion, den 22. November in den Schützen, den 21. December in den Steinbock, den 19. Januar in den Waſſermann, den 18. Februar in die Fiſche; dieſes iſt genug, um zu zeigen, wie man die Uebereinſtimmung der Tage mit den Zeichen des Thierkreiſes auf den künſtlichen Himmelskugeln bemerket, und um den Tag im Jahre zu finden, an welchen die Sonne bey jedem Grad der zwölf Himmelszeichen ſtehet.

80. Die vier Beobachtungen der Nachtgleichen und Sonnenſtandspunkte waren den erſten Beobachtern zureichend, die Länge des Jahres, in Tagen ausgedrückt, zu erfahren, oder wie vielmal die Sonne zwiſchen zwey Frühlingspunkten, oder zwiſchen zwey Sonnenſtandspunkten, auf- und untergieng; ſie konnten auch die jährliche oder eigne Bewegung der Sonne erkennen (60), indem ſie die Sterne bemerkten, denen ſie in dem Laufe eines Jahres ſich nach und nach näherte: es war nicht ſchwer zu entdecken, daß 365 Tage erfordert wurden, um die Sonne wiederum bey

eben dieſelben Sterne zu bringen, oder daß ſie 365 mal auf- und untergieng, ehe ſie wieder an eben denſelben Punkt des Himmels kam. Es waren viele Jahre, vielleicht wohl viele Jahrhunderte nöthig, um zu entdecken, daß noch ſechs Stunden mehr waren, oder, daß man die Sonne ſich alle vier Jahr an einerley Tage, einem Sterne etwas weniger nähern ſahe, mit welchen man ſie zu vergleichen ſich vorgenommen hatte, und daß dieſes einen Grad oder den Werth eines Tages ausmachte: dieſe Verweilung wurde endlich viel merklicher; und am Schluß von 60 Jahren mußte man ſehen, daß die Sonne 15 Tage ſpäter an den Stern kam, als ſie ſollte, wenn jede Rückkehr genau in 365 Tagen geſchehen wäre.

81. Die Wiederkunft der Jahreszeiten war ein noch natürlicher und merklicher Mittel, die Dauer des Umlaufes der Sonne zu beſtimmen: die alten Sternkündiger beobachteten die Rückkehr der Sonne zur Nachtgleiche, oder ihren Eintritt in den Aequator (78); ſie ſahen, daß nach 60 Jahren, jedes von 365 Tagen, die Sonne nicht ganz genau an den Aequator kam, und daß ſie noch 15 Tage hierzu brauchte: daraus folgte nothwendig, daß die Zeit ihres Umlaufes nicht genau von 365 Tagen, ſondern von 365 Tagen und 6 Stunden war.

82. Nach dieſer Zeit hat man die Nachtgleichen viel öfter und viel genauer beobachtet; und dadurch iſt die Länge des Jahres mit größerer Genauigkeit beſtimmt worden; man hat es 365 Tage, 5 St. 48′ 45″ gefunden (Art. 315). Die Ungewißheit geht nicht auf 3 oder 4 Secunden der Zeit. Man muß aber wohl merken, daß hierunter die Länge des tropiſchen Jahres oder der Wiederkunft der Jahreszeiten verſtanden wird;

wird; denn das ſideriſche Jahr, oder die Zeit, in welcher die Sonne wieder an eben denſelben Stern kommt, iſt viel länger, nämlich 365 Tage, 6 St. 9′ 10″. Wir werden die Urſache davon angeben, wenn von dem Vorrücken der Nachtgleichen zu reden ſeyn wird (321).

Von den Planeten überhaupt.

83. Die erſte von allen himmliſchen Bewegungen, die den Menſchen merklich wurden, war die tägliche Bewegung (2), die dem ganzen Himmel gemein war; die eignen Bewegungen der Sonne und des Mondes waren hierauf am leichteſten zu bemerken; endlich ließen oft wiederholte und mit vermehrten Fleiße angeſtellte Beobachtungen, wahrnehmen, daß unter den Sternen, die in einer ſchönen Nacht prangen, fünfe waren, von welchen ſich auch eine beſondre Bewegung bemerken ließ; man nennte ſie dahero *Planeten* *). Ihre Namen ſind Merkur ☿, Venus ♀, Mars ♂, Jupiter ♃ und Saturn ♄. Dieſe Planeten ſind bisweilen viel glänzender als die Sterne, ihr Licht aber iſt ohne Bewegung und ohne alles Funkeln (die Venus vielleicht ausgenommen): dahingegen die Fixſterne ein helles und lebhaftes Licht verbreiten, bey welchen das Funkeln oder das Zittern zu erkennen giebt, daß die Sterne, Körper von ſelbſtſtändigem Lichte ſind, Arten von Sonnen, die nur wegen ihrer großen Entfernung uns ſo klein erſcheinen.

84. Wenn

*) πλανήτης, erraticus, weil dieſe, Sterne ſind, die am Himmel herum irren.

84. Wenn man die zwölf Sternbilder des Thierkreiſes, wovon wir unten (230) reden werden, erkannt hat, ſo ſind die Planeten leicht am Himmel zu unterſcheiden; denn in den zwölf Sternbildern ſind nur vier Sterne der erſten Größe befindlich, Aldebaran, Regulus, die Kornähre und Antares, die wegen ihres Glanzes das Anſehen der Planeten haben. Sobald man die Stellung dieſer vier Sterne kennt, wird man wohl einen Planeten von einem Fixſterne unterſcheiden können, weil man jene in der Gegend der Ekliptik ſiehet; um aber jeden, den man von den fünfen ſiehet, unterſcheiden zu können, muß man ihre wirkliche Stellung zu berechnen wiſſen (442).

85. Die Planeten durchlaufen den Thierkreis eben ſowohl als die Sonne, mit einer jedem eigenthümlichen Bewegung, und beſchreiben Bahnen, die der Ekliptik ſehr nahe beykommen; denn Venus, die ſich am meiſten von ihr entfernt, hat niemals über 8° $\frac{2}{3}$ Breite oder Abſtand von der Ekliptik. Der periodiſche Umlauf jedes Planeten, oder die Zeit, die jeder braucht, um wiederum an einerley Punkt des Himmels zu gelangen, iſt leicht zu beſtimmen, wenn man ſeine Rückkehr zu einem Stern beobachtet; die Zeit von eines jeden Umlaufe, nach den neueſten Beobachtungen, weil die Alten ſich hierinnen ſehr geirret haben, iſt folgende: Merkur 87 Tage 23 St. Der Mond 27 Tage, 7 St. 43′; Venus 224 Tage 17 St. Die Sonne 365 Tage 6 St. Mars 1 Jahr, 321 Tage 23 St. Jupiter 11 gemeine Jahre 317 Tage, und Saturn 29 Jahre 177 Tage. Wir werden bald die Art ſehen, ſie durch Vergleichung mit den Nachtgleichen genau zu finden (454).

Von der geraden Aufſteigung, Abweichung, Länge, und Breite der Sterne.

86. Nachdem die erſten Sternkündiger, die Planeten und die Längen ihrer Umlaufszeiten erkannt hatten, wollten ſie dieſe in verſchiedene Theile abtheilen, und jedem Planeten einen Standort für jeden Tag anweiſen, indem ſie von dem feſten Punkte, der erwählet war, nämlich den Durchſchnitt des Witters, oder den Punkt der Nachtgleiche anfiengen (76); weil aber der Kreis, den die Sonne durch ihre jährliche Bewegung beſchreibt, anfänglich nur den Weg der Sonne zu beſtimmen diente; ſo fanden ſie, daß es leicht ſey, die Bewegungen der andern Planeten auf den Aequator zu vergleichen, und man bediente ſich wirklich des Aequators zu dieſer Abſicht auf folgende Art.

87. Geſetzt, man habe am Himmel einen Stern bemerket, der dem Aequinoctialpunkte, wo ſich nämlich die beyden Kreiſe der Ekliptik und des Aequators durchſchneiden, nahe ſteht, und man wolle ſich deſſen bedienen, um die Stellungen der andern Sterne zu beſtimmen, ſo wird der einfacheſte Weg hierzu ſeyn, dem Aequator um den ganzen Himmel herum zu folgen, und zwar ſo, wie die Sterne durch die tägliche Bewegung nach einander erſcheinen; den Unterſchied zwiſchen dem einen und den folgenden, nennt man: den **Unterſchied der geraden Aufſteigung.** Der Grund zu dieſer Benennung iſt dieſer: wenn man ſich die Weltkugel ſenkrecht ſtehend vorſtellet, wo der Aequator rechtwinklicht auf dem Horizonte ſtehet, dergleichen Stellung ſtatt finden würde, wenn wir unter dem Aequator oder der Linie wohnten, ſo ſteigen alle

Sterne gerade auf, und keinesweges ſchief; alsdenn werden die Sterne, die 15° weiter gegen Morgen ſtehen, als der erſte Stern, von welchen man den Anfang gemacht, eine Stunde ſpäter aufſteigen: und man ſagt alsdenn, daß der Unterſchied ihrer geraden Aufſteigung 15° oder eine Stunde beträgt.

88. Bey der ſchiefen Lage der Weltkugel, wo der Aequator gegen den Horizont geneigt iſt, als in ganz Europa, muß man nicht den Aufgang der Sterne, ſondern ihren Durchgang durch den Mittagskreis erwählen; dieſer Kreis ſtehet allenthalben rechtwinklicht auf dem Aequator, und alle Sterne, die auf einem Punkt des Aequators ſenkrecht ſtehen, gehen zugleich mit einander durch den Mittagskreis; und man ſagt, daß ſie einerley gerade Aufſteigung haben, weil ſie, wenn wir unter dem Aequator wären, alle zu gleicher Zeit aufgehen würden.

89. Es ſey EQ (Fig. 17.) ein Theil des Aequators, ZM der Mittagskreis; der Sterne A, B, die mit dem Punkte M des Aequators durch den Mittagskreis gehen, gerade Aufſteigung, iſt durch dieſen Punkt M bezeichnet; und wenn dieſer Punkt des Aequators eine Stunde ſpäter durch den Mittagskreis geht, als der Aequinoctialpunkt, ſo ſagt man, daß alle dieſe Sterne eine Stunde oder 15° gerade Aufſteigung haben; die, welche zwo Stunden ſpäter als der erſte Punkt des Witters durchgehen, haben im Vergleiche mit ihm 30° Unterſchied der geraden Aufſteigung: demnach iſt die gerade Aufſteigung eines Sternes, ſein Abſtand vom Aequinoctialpunkt, auf dem Aequator gezählet.

90. Wenn man die gerade Aufſteigung eines Sternes, oder ſeine Entfernung von dem Punkt der

Nacht=

Nachtgleiche längſt des Aequators gezählet, kennt, wird man auch die von allen andern Sternen leichtlich finden können, wenn man nur beobachtet, wie viel ſie ſpäter durch den Mittagskreis gehen, als der erſte; die Länge der Zwiſchenzeit in Grade verwandelt, da 15° eine Stunde machen, giebt ihren Unterſchied in der geraden Aufſteigung, dieſe mit der vom erſten Sterne, die bekannt war, zuſammengenommen, giebt die gerade Aufſteigung aller andern. Wir ſetzen freylich hier ſchon voraus, daß man den Aequinoctialpunkt am Himmel kenne, oder daß man ſchon vorhero die gerade Aufſteigung des erſten Sternes wiſſe; wir werden aber in der Folge die Art anzeigen, wie dieſe genau zu finden ſind (316).

91. Wenn man verſchiedene Sterne gemeinſchaftlich durch den Mittagskreis gehen ſiehet, ſo haben zwar alle einerley gerade Aufſteigung, es ſtehet aber einer höher als der andre; der eine erſcheint in A, der andre in B, und ihr Abſtand vom Aequator heißt die Abweichung (Declinatio): ſo iſt der Bogen BM die Abweichung des Sternes B; AM die vom Sterne A. Wenn man den Stern A beobachtet, und wahrnimmt, daß er mit 51° Höhe durch den Mittagskreis gehet (23), und wenn man die Höhe des Aequators 41° befunden hat (33), ſo wird man daraus ſchließen müſſen, daß der Stern 10° höher als der Aequator ſtehet, oder daß er 10 Grad Abweichung hat. Stehet der Stern über dem Aequator oder nach Norden zu, ſo ſagt man, daß ſeine Abweichung nordlich ſey; ſtehet er aber unter ihm, tiefer als derſelbe, oder nach Mittag zu, ſo ſagt man, daß der Stern eine ſüdliche oder mittägige Abweichung habe.

92. Aus eben dem Grunde nennt man Abweichungskreiſe, alle Kreiſe, die durch beyde Weltpole gehen und auf dem Aequator ſenkrecht ſtehen. Sie ſind Mittagskreiſe, wenn man ſie auf der Fläche des Erdbodens betrachtet; nimmt man nun ihren Abſtand vom Mittagskreis in Unterſuchung, ſo ſind ſie Stundenkreiſe, weil ſie anzeigen, welche Stunde es iſt: von dieſen Namen, Abweichungskreis, Mittagskreis, oder Stundenkreis, wird oft einer ſtatt des andern gebraucht, die eigentliche Bedeutung aber dieſer drey Benennungen, bezieht ſich auf dreyerley verſchiedenen Gebrauch; die erſte betrifft den Aequator; die zwote gehört zu den geographiſchen Längen; und die dritte wird bey dem Abſtande der Sterne in Anſehung des Mittagskreiſes eines Beobachters gebraucht, welches wir deutlicher erklären wollen, wenn wir von der wahren Zeit reden werden (201).

93. Die tägliche Bewegung aller Sterne, hat uns ein leichtes und natürliches Mittel dargereichet, ſie auf den Aequator zu vergleichen, und ihre Stellungen längſt dieſes Kreiſes am Himmel, oder ihre geraden Aufſteigungen, nebſt ihrem Abſtand von dieſem Kreis, oder ihre Abweichungen zu bezeichnen. Will man der Ekliptik den Vorzug geben (64), und jeden Stern auf den Punkt der Ekliptik vergleichen, über welchen er ſenkrecht ſtehet, wie dieſes ſeit langer Zeit unter den Sternkündigern eingeführet iſt, ſo wird die Länge der Abſtand genennt werden, der ſolchergeſtalt längſt der Ekliptik gemeſſen worden, und immer den Aequinoctialpunkt zum Anfange hat; wie wir es bey der Sonne gemacht haben (76).

94. Es ſey ♈Q (Fig. 18.) der Aequator, ♈C die Ekliptik, 23½ Grad gegen den Aequator geneigt,

S ein

S ein Stern, der ſenkrecht über den Punkt des Aequators M ſtehet: ſetzt man einen Kreisbogen SEB ſenkrecht auf die Ekliptik, ſo wird der Punkt B den Punkt in der Ekliptik bezeichnen, auf welchem der Stern S verglichen wird, und der Bogen der Ekliptik ♈B wird des Sternes Länge ſeyn; es iſt demnach die Länge eines Sternes, der Bogen oder Abſtand des Aequinoctialpunkts, von dem Punkt der Ekliptik, über welchen der Stern ſenkrecht ſtehet.

95. Von den verſchiedenen Sternen, die auf einerley Punkt der Ekliptik verglichen werden, ſind einige ihr näher als andre; ſie haben verſchiedene Breiten, das iſt, verſchiedenen Abſtand von der Ekliptik. Wenn der Stern, der in S ſtehet, von der Ekliptik ♈BC die ſenkrecht gemeſſene Weite SB hat, ſo ſagt man, daß die Breite deſſelben SB iſt; ſtünde er in E, ſo würde er zwar eben die Länge haben, ſeine Breite *EB* aber, würde geringer ſeyn.

96. Die Kreiſe, welche auf der Fläche der Himmelskugel ſenkrecht auf die Ekliptik gezeichnet werden, dergleichen SB iſt, heißen Breitenkreiſe, weil ſie wirklich die Breiten zu zählen dienen, da ſie zugleich auch gebraucht werden, die Längen auf der Ekliptik anzuzeigen.

97. Die Beobachtungen, welche die Sternkündiger über die Stellung der Sterne anſtellen, gehen allezeit durch die gerade Aufſteigung und die Abweichung: ſie bedienen ſich faſt niemals eines andern Weges, zu Beſtimmung der Stellung und Bewegung der Planeten, weil der Aequator und der Mittagskreis die bekannteſten und beſtändigſten Kreiſe ſind, die auch am leichteſten erkannt und beſtimmt

werden; dadurch werden die Abmeſſungen natürlicher, leichter und ſchärfer (89).

98. Unterdeſſen berechnen doch die Sternkündiger die Bewegungen der Planeten durch Längen und Breiten, das iſt, ſie vergleichen ſie in allen ihren aſtronomiſchen Tafeln auf die Ekliptik; die Urſache hiervon iſt ganz natürlich, denn die Ekliptik iſt der Kreis, in welchen ſich die Sonne fortzubewegen ſcheint, und ſie wird von allen Planeten begleitet, deren Bahnen der Ekliptik ſehr nahe liegen: die Rechnungen werden dadurch viel leichter, wenn die Planeten auf denjenigen Kreis verglichen werden, von welchen ſie immer wenig entfernt ſind; ihre Ungleichheiten werden verringert; man findet mehr Einförmigkeit, mehr Leichtigkeit und Kürze in den aſtronomiſchen Tafeln: das war genugſam vermögend, den Längen und Breiten den Vorzug zu geben, wenn es Rechnungen betraf, wie man die geraden Aufſteigungen und die Abweichungen vorziehet, wenn Beobachtungen gemacht werden ſollen.

99. Solchergeſtalt beobachtet man gewöhnlicherweiſe die geraden Aufſteigungen und die Abweichungen eines Geſtirns; ehe man ſie aber den allgemeinen Tafeln der himmliſchen Bewegungen einverleibet, berechnet man ihre Längen und Breiten durch die ſphäriſche Trigonometrie (318).

Von der Ringkugel (Sphaera armillaris).

100. Bis anhero haben wir unter dem Namen der Himmelskugel die ſcheinbare Höhle des Firmaments verſtanden, welche die Geſtalt einer hohlen Kugel annimmt; denn eine jede Kugel kann eine Himmelskugel genennt werden, und die Kreiſe und Bewegun-

wegungen, wovon wir gehandelt haben, vorzuſtellen dienlich ſeyn. Unterdeſſen iſt durch den Gebrauch eingeführet worden, Sphäre oder **Ringkugel**, ein Werkzeug zu nennen, das aus verſchiedenen Reifen beſtehet, die in- und neben einander geſtellet ſind, ſo wie man ſich ohngefehr die Kreiſe an der Himmelskugel vorſtellt; dieſe Ringkugel iſt auf der zweyten Tafel Fig. 11. groß abgebildet. Ihr Name kömmt von Armilla her, das einen Ring oder Halsband bedeutet, weil wirklich ihre Kreiſe, ſo zu ſagen, davon ihre Geſtalt haben.

101. Der Horizont iſt der Kreis AGB (Fig. 11.), der auf vier Stützen ruhet, die am Fußgeſtelle befeſtiget ſind.

Der Mittagskreis iſt der Kreis RDZM, der ſenkrecht auf dem Horizonte ſtehet, und unten durch einen Einſchnitt, der in dem Fuße des Werkzeuges gemacht iſt, ſeitwärts aber durch zwey Einſchnitte im Horizonte gegen Norden und Süden gehalten wird: dieſe beyden Kreiſe ſtehen unbeweglich.

102. Die beweglichen Kreiſe beſtehen aus einer Verbindung oder einer Art von Geſpärre, das ſich auf einer Achſe PR herumdrehen läßt; man ſiehet vier größte Kreiſe, den Aequator (15), die Ekliptik (64), und die beyden Koluren. Man nennt **Kolur der Sonnenſtandspunkte** einen größten Kreis, der durch die Pole der Welt, oder des Aequators, und durch die Sonnenſtandspunkte geht; er iſt ein Mittagskreis, dem man einen beſondern Namen beygeleget hat; er iſt auch der merkwürdigſte von allen, weil er die Schiefe der Ekliptik zu meſſen dient, und zugleich ein Abweichungs- und Breitenkreis iſt. Alle Sterne, die auf dieſem Kolur ſtehen, haben 90° oder

180° gerade Aufſteigung und Länge. Der Kolur der Nachtgleichen ſteht auf vorigen rechtwinklicht, er geht auch durch die Weltpole und durch die Aequinoctialpunkte; ſein Gebrauch iſt, die geraden Aufſteigungen durch die Winkel, die er mit allen andern Mittagskreiſen oder Abweichungskreiſen macht, zu zählen. Alle Sterne, die auf dieſem Kolur ſtehen, haben null oder 180° gerade Aufſteigung, ihre Längen aber ſind verſchieden. Man hat auf eben dieſer Verbindung vier kleinere Kreiſe, nämlich die zwey Wendekreiſe HM, DI (73), und die beyden Polarkreiſe XV, SO, die von den Weltpolen 23½ Grad abſtehen, alſo eben ſo weit, als die Wendekreiſe vom Aequator; in der Sternkunſt ſind ſie von keinem Nutzen, ſie dienen aber den Erdbeſchreibern, die Länder des Erdbodens anzuzeigen, die in den kalten Erdgürteln liegen (140).

103. Der Thierkreis *) iſt ein Gürtel am Himmel HI, den man gemeiniglich in die Ringkugel ſetzt; er iſt ohngefehr 17⅓ Grad breit, das iſt, 8⅔ Grad auf jeder Seite der Ekliptik; man erwähnt ihn in der Sternkunſt gar nicht, und dient nur den Raum anzuzeigen, in welchem die Planeten enthalten ſind, die ſich von der Ekliptik höchſtens 8 oder 9 Grad entfernen.

104. Man ſetzt auch auf die Ringkugel einen Stundenring (Roſette) KL, dieſer kleine Kreis iſt in 24 Stunden abgetheilet, und dient, verſchiedene Aufgaben, ſehr bequem und ohne alle Rechnung aufzulöſen, wovon wir die Erklärungen beybringen wollen, wenn wir

*) Ζώδιον, animal, weil die Bilder oder Theile des Thierkreiſes, Namen von verſchiedenen Thieren führen.

wir von dem Gebrauch der künſtlichen Himmelskugel reden werden (171). Der Stundenring iſt auf dem Mittagskreiſe feſte gemacht, und hat ſeinen Mittelpunkt im Pole der Kugel; der äußerſte Theil der Axe P iſt folglich im Mittelpunkt des Stundenringes, an ihm iſt ein Weiſer angeſteckt, der ſich ſo herumdrehet, wie man die Kugel wendet, ohne daß das Ziferblatt oder die Roſette ihren Stand verändert; endlich ſind auch darinne die Sonne und der Mond an zwey Biegeln befeſtiget, davon einer ſich um den Pol der Ekliptik drehen läßt, der andre aber um einen Punkt, der von ihm 5° abſtehet, gewendet werden kann (565).

105. Die Erfindung der Ringkugel iſt gewißlich eben ſo alt, als die Sternkunſt ſelbſt. Man eignet ſie dem Atlas zu, der 1600 Jahr vor Chriſti Geburt gelebt haben ſoll, auch dem Herkules und dem Muſäus 12 bis 1300 Jahr vor Chriſti Geburt; es iſt aber wahrſcheinlicher anzunehmen, daß ſie in Babylon oder Egypten gemacht worden. Die künſtliche Kugel vom **Archimed**, die in der folgenden Zeit ſo berühmt war, beſtund nicht in einer Vorſtellung der Kreiſe der Himmelskugel; es war ein Planetenwerkzeug oder Weltſyſtem, das in einer Glaskugel die Bewegungen der Planeten vorſtellte, und von **Claudianus** (Epigr. 3.) gerühmt wird.

Eben von dieſer künſtlichen Kugel des **Archimeds** ſchreiben **Ovid** und **Statius**:

Arte Syracuſia ſuſpenſus in aëre clauſo. **Faſt. IV.**
Stat globus immenſi parua figura poli. STAT.

Lagen der Himmelskugel.

106. Die Ringkugel läßt ſich in drey unterſchiedene Stellungen ſetzen, welche die drey unterſchiedenen Lagen der Länder des Erdbodens gegen den Himmel vorſtellen: ſie ſind die ſenkrecht ſtehende, die ſchiefe und die parallele, nachdem der Aequator den Horizont entweder nach rechten Winkeln, oder ſchief ſchneidet, oder mit ihm gleichlaufend iſt: die Erſcheinungen der täglichen Bewegung, ſind in dieſen drey Lagen, ſehr verſchieden; die 9te, 10te und 13te Figur macht ſie vorſtellig, und wir wollen davon einen Begriff geben. Es iſt nöthig, voraus zu erwähnen, daß wir, wenn von der Sonne geredet wird, bloß ihren Mittelpunkt meynen, ohne auf ihren Durchmeſſer und ihre Breite Betracht zu nehmen. Es ſind auch noch zwo Urſachen, durch welche der Tag länger wird, als er der Stellung der Himmelskugel gemäß, ſeyn ſollte; eine iſt die Stralenbrechung, die andre aber die Dämmerung.

107. Die Stralenbrechung macht, daß die Sonnenſtralen ſich bey ihrem Durchgange durch die Dunſtkugel der Erde brechen, und von ihrem Wege ablenken (738), ſo daß ſie viel eher zu uns gelangen, als ſie, dem geraden Wege nach, würden gekommen ſeyn; dieſe Stralenbrechung iſt ſo beſchaffen, daß wenn der obere Rand der Sonne wirklich im Horizonte iſt, ſo daß er kaum da erſcheinet, und die ganze Sonnenſcheibe noch unter dem Horizonte iſt, die Stralenbrechung ſie ſo viel erhebt, daß ſie ganz über ihn zu ſtehen ſcheint, oder daß alsdenn ihr unterer Rand den Horizont zu berühren ſcheint; und die Wirkung dieſer Stralenbrechung iſt ohngefehr dem Durchmeſſer der Sonnenſcheibe gleich. In unſern Ländern werden 4

bis 5 Minuten erfordert, bis die Sonne ſich einen halben Grad erhebt, ſo daß bey uns die Länge des künſtlichen Tages durch die Wirkung der Stralenbrechungen, um eine halbe Viertelſtunde vergrößert wird; ſie wird noch viel beträchtlicher, wenn man gegen die kalten Erdgürtel kommt; und unter dem Pol ſelbſt, hat man durch die bloße Wirkung der Stralenbrechung 67 Stunden länger Tag, als man ohne ſie haben würde.

108. Die zwote Urſache, wodurch die Länder Helligkeit erhalten, obgleich die Lage der Himmelskugel Dunkelheit anzeigt, iſt die Dämmerung (752). Das ſanfte und angenehme Licht der Morgendämmerung, das man früh vor Aufgang der Sonne nach und nach zunehmen, und bey der Abenddämmerung, ſo bald die Sonne untergegangen, eben ſo abnehmen ſiehet, wird durch die Zerſtreuung der Lichtſtralen in der Luft, welche ſie von allen Seiten zurückwirft, hervorgebracht. Im Monat Junius dauret zu Paris die Abenddämmerung die ganze Nacht hindurch, und ſo auch in den Ländern, die mehr als 48½ Grad Breite haben; die unter dem Pole wohnen, haben eine ſieben Wochen lange Abenddämmerung, ſo daß die Dauer der Dunkelheit durch die Wirkung der Dämmerung um 14 Wochen verringert iſt, welches ſtatt findet, ohne daß die Sonne daſelbſt über den Horizont kommen darf. In folgenden Artikeln werden wir von dieſen beyden Urſachen keinen Gebrauch machen; und was wir von der Beſchaffenheit des Tages, in den drey Stellungen der Himmelskugel, zu ſagen haben, muß von dem Tage verſtanden werden, den die Sonne macht, wenn ihr Mittelpunkt wirklich im Horizonte iſt.

109. Die

109. Die ſenkrechte Weltkugel, oder die, bey welcher der Aequator EV (Fig. 10.) ſenkrecht auf dem Horizonte ſtehet, und ihn rechtwinklicht durchſchneidet, findet bey denen ſtatt, die unter dem Aequator oder der Linie wohnen, als zu Quito in dem mittägigen Amerika: beyde Pole ſind daſelbſt immer im Horizonte; alle Parallelkreiſe mit dem Aequator, als PA, werden von dem Horizonte in zwey gleiche Theile getheilet, jeden davon durchläuft die Sonne in 12 Stunden; daher ſind die Tage unter ſich und den Nächten im ganzen Jahre gleich.

110. Die Sonne geht zweymal im Jahre durch das Zenith, nämlich den 20ſten März und den 23ſten September, an welchen Tagen die Sonne den Aequator beſchreibt, weil er allezeit durch das Zenith dieſer Länder geht. Man kann daraus ſchließen, daß ſie gleichſam zwey Sommer und zwey Frühlinge haben; denn vom Winter darf man in ſolchen Ländern nicht reden, wo die Sonnenſtralen faſt beſtändig ſenkrecht fallen.

Unterdeſſen muß man bemerken, daß die überaus große Hitze, die daſelbſt in tief liegenden Gegenden und an den Ufern iſt, angenehm gemäßigt wird, wenn man ſich 12 bis 1500 Klaftern über die Fläche des Meeres erhebt, und daß auf den Bergen 2500 Klaftern hoch, oder noch darüber, eine unerträgliche Kälte herrſcht, und ein ewiger Schnee liegt, ob es gleich unter dem heißen Erdgürtel iſt.

111. Unter der ſenkrechten Weltkugel ſteht die Sonne ein halbes Jahr, vom 20ſten März bis den 23ſten September, nach Norden zu, und die Schatten fallen nach Mittag: in den ſechs andern Monaten des Jahres hat man die Sonne ſüdwärts, und die Schatten nord-

nordwärts: und an den zween Tagen der Nachtgleichen verſchwindet der Schatten in der Mittagsſtunde gänzlich, indem die Sonne da im Zenith ſtehet.

112. Alle Sterne kommen daſelbſt in 24 Stunden über den Horizont; denn wenn ſie ihren Umlauf machen, ſind ſie 12 Stunden über dem Horizont, und 12 Stunden unter ihm; da es hingegen bey den andern Lagen der Himmelskugel immer eine Anzahl Sterne giebt, die niemals aufgehen.

113. Endlich ſiehet man auch die Sonne und alle Sterne rechtwinklicht über den Horizont heraufſteigen, wie Lucan davon ſchreibt, wenn er von Catons Reiſe nach Lybien handelt: Non obliqua meant, &c. Pharſ. IX. 533. Man muß aber dabey merken, daß die Anwendung, die Lucan hier macht, nicht genau richtig iſt; denn Catons Reiſe geſchahe nur zu dem Tempel des Jupiter Ammon, der nahe bey dem Wendekreiſe des Krebſes lag, aber nicht unter dem Aequator.

114. Die ſchiefſtehende Himmelskugel findet in allen den Ländern des Erdbodens ſtatt, die weder unter dem Aequator, noch unter den Polen liegen; man mag ſie in der nordlichen Halbkugel, auf der Seite des arctiſchen Pols *), das iſt, in den nordlichen Breiten, als die unſere, nehmen, oder in der ſüdlichen Halbkugel, die den antarctiſchen Pol über den Horizont erhaben hat. (Fig. 8. und 9.)

In der ſchief liegenden Weltkugel, hat der Aequator eine ſchiefe Lage gegen den Horizont; die Parallelkreiſe

*) Dieſer Name iſt ihm beygelegt worden, wegen des nahe anliegenden Bäres, der bey den Griechen Ἄρκτος hieß.

kreiſe mit dem Aequator werden von dem Horizonte in ungleiche Theile zerſchnitten; der Tag iſt der Nacht nur den 20. März und 23. September gleich, welche die Tage der Nachtgleichen ſind, da alsdenn die Sonne den Aequator beſchreibt, der durch den Horizont allezeit in zwey gleiche Theile getheilet wird.

115. In den mitternächtigen Ländern, als Europa, dauren die längſten Tage ſo lange, als die Sonne in den erſten ſechs himmliſchen Zeichen ſtehet, in dem Witter, Stier, Zwilling, Krebs, Löwen und Jungfrau (76), weil alsdenn ihre Abweichung nordlich iſt, und ſie Parallelkreiſe, wie AB (Fig. 8.) beſchreibt, die ihren größten Theil AD über dem Horizonte haben. In den mittägigen Ländern, als in einem Theil von Afrika und dem mittägigen Amerika, kommen die längſten Tage, wenn die Sonne in den ſechs letzten Zeichen iſt, welche die ſüdlichen ſind; weil alsdenn die Sonne Parallelkreiſe beſchreibt, deren größte Theile über dem Horizonte ſind. Denn die Weltaxe PR gehet durch die Mittelpunkte K, C, N, aller Parallelkreiſe: es iſt aber der mittägige Theil CR der Axe in den mittägigen Ländern über den Horizont erhaben (Fig. 9.); folglich haben die Parallelkreiſe da ihren Mittelpunkt über dem Horizonte; und die Tagebogen dieſer Parallelkreiſe ſind viel größer, als die Nachtbogen; dahero ſind daſelbſt die Tage viel länger als die Nächte, wenn die Sonne in den ſüdlichen himmliſchen Zeichen iſt.

116. Die obern Bogen der Parallelkreiſe, oder die Tagebogen, ſind in Vergleichung mit ihren Nachtbogen, ſo viel größer, als ſie näher nach dem erhabenen Pol zu liegen; dahero iſt des Parallelkreiſes, deſſen Durchmeſſer IG (Fig. 3.) iſt, Tagebogen GY, viel

größer, in Vergleichung mit ſeinen Nachtbogen IY, als der Parallelkreis KL, deſſen beyde Theile KN und NL ſind; denn indem ſich die Weltaxe RCP von dem Horizonte immer mehr entfernet, ſo liegt der Mittelpunkt X des Parallelkreiſes GI viel höher, als der Mittelpunkt V, des Parallelkreiſes KL; daher macht ſich der erſte mehr vom Horizonte los; der Theil deſſelben YI, der vom Horizonte abgeſchnitten wird, wird viel kleiner, und wenn die Sonne dahin gekommen iſt, bringt ſie weniger Zeit unter dem Horizonte zu.

117. Für die nordlichen Länder iſt demnach der Tagebogen des Wendekreiſes des Krebſes, der größte unter allen Tagebogen der Sonne; weil von allen Parallelkreiſen der Wendekreis des Krebſes am weiteſten gegen Norden liegt; es iſt demnach der längſte Tag des Jahres derjenige, an welchen die Sonne den Wendekreis des Krebſes beſchreibt, das iſt: der *Sommerpunkt*; aus eben der Urſache iſt die längſte Nacht die, des Winterpunktes, den 21ſten des Chriſtmonats, in unſern nordlichen Ländern.

118. In der ſchief liegenden Weltkugel iſt, wie in der ſenkrechten, der Tag der Nacht gleich, zur Zeit der Nachtgleichen, weil alsdenn die Sonne den Aequator beſchreibt, und der Aequator allezeit, von jedem Horizont in zwey gleiche Theile getheilet wird, der Eigenſchaft der größten Kreiſe der Kugel gemäß, die alle durch den Mittelpunkt gehen, und da nach allen Lagen in zwey gleiche Theile getheilet werden (29).

119. In der ſchief liegenden Weltkugel der nordlichen Länder jenſeits des Wendekreiſes des Krebſes, ſteigt die Sonne vom 21ſten des Chriſtmonats, dem Tage des Winterpunktes, bis zum 21ſten Junius,

dem Tage des Sommerpunktes, immer höher, weil ſie ſich täglich um einen geringen Theil der Nordgegend nähert: die Tage wachſen, und die Nächte nehmen ab, weil die Tagebogen der Parallelkreiſe immer beträchtlicher werden: Man nennt aufſteigende himmliſche Zeichen die von der Sonne alsdenn durchlaufen werden; dieſe ſind: der Steinbock, der Waſſermann, die Fiſche, der Witter, der Stier und die Zwillinge; der Name der aufſteigenden Zeichen wird in der Sternkunſt oft gebraucht, weil viel Umſtände vorkommen, wo man die aufſteigenden Zeichen von den abſteigenden unterſcheiden muß.

120. Die Tage, welche von einerley Sonnenſtandspunkt gleichweit entfernt ſind, ſind gleich; ſolchergeſtalt gehet die Sonne den 20ſten May und den 23ſten Julius gleicherweiſe um 7 Uhr 43 Min. zu Paris, unter, weil die Abweichung der Sonne (91) ohngefehr 20° an dem einen ſowohl als an dem andern Tage iſt, oder weil die Sonne 20° vom Aequator entfernt iſt, ſo beſchreibt ſie eben den Parallelkreis, es mag am 20ſten May ſeyn, da ſie ſich von dem Aequator entfernet, um gegen den Wendekreis aufzuſteigen, oder am 23ſten Julius, da ſie den Sommerpunkt verläßt, und ſich dem Aequator nähert.

121. Wenn die Sonne, anſtatt 20° nordliche Abweichung zu haben, wie in dem Falle, von welchen wir geſprochen haben, 20° ſüdliche Abweichung hat, das den 21ſten November und den 20ſten Jenner ohngefehr geſchiehet, ſo iſt die Länge des Tages ſo groß, als die Länge der Nacht im erſten Falle war; und die Länge der Nacht iſt der Länge gleich, die der Tag hatte, da die Sonne den ähnlichen Parallelkreis auf der Nordſeite des Aequators beſchrieb; weil die Parallelkreiſe

kreiſe 20° auf beyden Seiten des Aequators einander gleich ſind, und von dem Horizonte gleichmäßig zerſchnitten werden, nur in umgekehrter Ordnung: wenn der Parallelkreis MDL (Fig. 3.) ſo weit vom Aequator ECQ gegen Mittag entfernt iſt, als der Parallelkreis KVNL von ihm gegen Norden abſtehet, das iſt, wenn CW ſo groß iſt, als CV, ſo wird der Theil DM ſo groß ſeyn, als der Theil LN, weil die Dreyecke CDW, und CVN einander gleich ſind; WL aber, iſt VL gleich, weil die Parallelkreiſe gleichen Abſtand vom Aequator haben; dahero werden die übrigbleibenden Theile DM und NL auch gleich ſeyn, das iſt, der Tagebogen des einen Parallelkreiſes, wird gleich ſeyn dem Nachtbogen des andern, und die Nacht des 20ſten Mayes wird dem Tage des 20ſten Jenners gleich ſeyn. Gleiche Beſchaffenheit hat es mit allen andern Tagen des Frühlings und des Herbſtes, die man mit übereinſtimmenden Tagen des Sommers und des Winters vergleichen kann; man wird eben die Gleichheit finden, wenn die Sonne gleichen Abſtand vom Aequator hat; den einzigen Unterſchied, den man da findet, macht die Stralenbrechung; er kann einige Minuten betragen, wie wir ſchon erwähnt haben (107).

122. Zwey Länder, welche in gleichen Breiten liegen, eines vom Aequator nach Norden, das andre nach Süden, haben allezeit entgegengeſetzte Jahreszeiten; der Frühling des einen, iſt der Herbſt des andern; der Sommer des erſten, macht den Winter des andern, weil die Tagebogen auf der Nordſeite, den Nachtbogen auf der Südſeite gleich ſind, wenn man eben dieſelben Tage nimmt: wir dürfen hierzu nur die 8te Figur mit der 9ten vergleichen; in der

E 2 einen

einen iſt der Nordpol P über den Horizont erhoben; in der andern iſts der Südpol R: der Parallelkreis GL in beyden Figuren, liegt gegen Mittag des Aequators: in der 8ten Figur aber, liegt Mittag unten, und in der 9ten iſt es oben: in der 8ten Figur iſt der Tagebogen GM viel kleiner als der Nachtbogen ML; hingegen iſt in der 9ten Figur der Tagebogen GM der größte; der Nachtbogen ML der 8ten Figur, iſt dem Tagebogen GM der 9ten Figur gleich, das iſt: die Länder, zum Beyſpiel, 30° nordlicher Breite, haben eine Tageslänge, die der Nachtslänge derer gleich iſt, die 30° ſüdliche Breite haben, und daß dieſe Winter haben, da die andern zu eben der Zeit Sommer haben.

123. Die Länder, die unter einerley Parallelkreiſe auf eben der Seite des Aequators liegen, haben einerley Tageslänge, und eben die Jahreszeit, ihr Abſtand von einander mag noch ſo verſchieden ſeyn; denn weil ſie einerley Polhöhe haben, und die Weltaxe gegen eines jeden Horizont gleiche Lage hat, ſo werden alle Parallelkreiſe auf gleiche Art durchſchnitten; ſo haben Spanien und Japan, Neapel und Pekin, die unter einerley Breite gegen Norden liegen, auch einerley Witterung, einerley Jahreszeiten, und eben dieſelbe Tageslänge, zu einerley Zeit des Jahres; obgleich die Entfernung des einen von dem andern 2000 Meilen beträgt. Der einzige Unterſchied, der da vorfallen kann, kömmt von Waldungen, Bergen, und Flüſſen, die der Sonnenhitze beförderlich oder hinderlich ſeyn können (130).

124. Die **parallel liegende Weltkugel** iſt diejenige, welche ſtatt findet, wenn der Horizont mit dem Aequator parallel iſt, das iſt, wenn der Aequator

ſelbſt

ſelbſt die Stelle des Horizonts vertritt: es ſind auf dem Erdboden nur zwey Punkte, wo dieſe ſtatt findet, nämlich die zwey Pole; und weil dieſe beyden Punkte ohne Einwohner ſind, und nicht bewohnt werden können, wollen wir nur wenig von dieſem Theile ſagen.

In der parallelen Weltkugel (Fig. 13.) hat man den Weltpol P über ſeinem Scheitel; das Jahr beſtehet da aus einem Tage und einer Nacht, jedes ohngefehr von ſechs Monaten: ſo lange, zum Beyſpiel, die Sonne in den ſechs nordlichen Zeichen bleibt, wird der Nordpol ohne Unterbrechung erleuchtet; alle Parallelkreiſe, welche die Sonne vom Aequator bis an den Wendekreis des Krebſes TR beſchreibt, ſind über dem Horizonte, und mit ihm gleichlaufend: ſo läuft die Sonne jeden Tag um den Himmel, ohne ihre Höhe zu ändern, ohne ſich dem Horizonte zu nähern, oder ſich von ihm zu entfernen, wenigſtens daß es merklich ſeyn ſollte. So bald die Sonne, nach der Herbſt-Nachtgleiche, in die mittägigen himmliſchen Zeichen tritt, ſo erſcheint ſie nicht wieder über dem Horizonte; die Parallelkreiſe, welche ſie beſchreibt, ſind völlig in der untern Halbkugel, und unſichtbar, und man lebt ein halbes Jahr in der Dunkelheit.

Nur muß man hier die Dämmerung ausnehmen, die ohngefehr 52 Tage eher anfängt, als die Sonne zum Aequator kömmt, und im Horizonte erſcheint, die auch nicht eher aufhöret, als 53 Tage nach der gänzlichen Verſchwindung der Sonnenſcheibe *).

*) Es könnte hier auch ein kleiner Unterſchied zwiſchen den Einwohnern des Nord- und Südpols ſeyn, der darinnen beſtehen könnte, daß die erſtern die Sonne acht Tage länger ſähen, als die andern; weil die Sonne,

125. Ein Einwohner des Pols, würde jeden Tag ſeinen Schatten in einer gleichförmigen Kreisbewegung, und ohne ſeine Länge zu verändern, um ſich herum gehen ſehen. Um eine Horizontal-Sonnenuhr daſelbſt zu machen, würde es genug ſeyn, einen Kreis in 24 gleiche Theile abzutheilen; der Mittag aber iſt in der parallel liegenden Weltkugel, eine unbeſtimmte Sache; es giebt da keinen Punkt am Himmel, den man vorzüglich, zu Zählung der Stunden, anzunehmen genöthiget iſt; der Mittagskreis (19) iſt eine Sache, die von der Willkühr abhänget. Man könnte ſechs Monat lang ſagen, daß es Mittag, und während der andern ſechs Monate, daß es Mitternacht ſey.

Unter dem Pol kann man nicht ſagen, gegen welchen Punkt ſich die Magnetnadel richten würde, auch nicht, welche Namen man den Winden beylegen ſollte; wenn man nicht ſagen will, daß alle Winde, für einen im Nordpol geſtellten Beobachter, Südwinde, und daß alle für einen Beobachter im Südpol der Erde, Nordwinde wären *).

126. Unter der parallelſtehenden Weltkugel gehen die Sterne niemals unter, ſie bleiben immer in einerley Höhe über dem Horizonte, die Hälfte des Himmels iſt allzeit ſichtbar, und die Sterne der andern Halbkugel

Sonne, wegen der Verlängerung ihrer Bahn, ſich acht Tage länger in den nordlichen Zeichen aufhält, als in den ſüdlichen, das durch die eccentriſche Bahn der Erde verurſachet wird (309).

*) Wegen der Winde, ihrer Namen, ihrer Beſchaffenheit, und ihren Urſachen, kann Varenii Geographia; und die Elemens de Phyſique de Muſſchenbroek, traduits en 1769, par M. Sigaud de la Fond, nachgeſehen werden.

kugel erſcheinen niemals; jene drehen ſich ohne Unterlaß über dem Horizonte, dieſe beſtändig unter ihm.

Von den Jahreszeiten und dem Clima.

127. Je ſchiefer die Lage der Himmelskugel iſt, deſto mehr verringert ſich die Hitze, und deſto mehr werden die Jahreszeiten ungleich. Die Sonnenſtralen, die die Wärme verurſachen, und die ganze Natur beleben, haben niemals mehr Wirkung, als wenn ſie ſenkrecht auf uns fallen; ſie haben weniger Luft zu durchdringen, und verbreiten ſich mit mehr Kraft in die Zwiſchenräume der Erde, und aller Körper, die uns umgeben, um die Hitze darinnen zu erhalten. Je weiter man gegen einen Pol fortgehet, deſto ſchiefer fallen die Sonnenſtralen auf: wenn man in der Breite von 45° iſt, und die Sonne ſteht im Aequator, ſo erhebt ſie ſich, ſo gar im Mittage, nur 45°; und überhaupt iſt die Sonnenhöhe, am Tage der Nachtgleichen, allezeit die Ergänzung der Breite, und macht mit ihr 90° (35): dahero, je mehr ein Land Breite, und ſchiefe Lage der Himmelskugel hat, deſto mehr wird die Sonnenhöhe zur Zeit der Nachtgleichen verringert: und je mehr ihre Stralen ſich von der ſenkrechten Richtung oder der Linie von unſerm Zenith ablenken, deſto mehr nimmt dadurch die Wärme ab. Die Sonne erhebt ſich zwar im Sommer weit über den Aequator, aber im Winter vertieft ſie ſich eben ſo viel; dadurch wird alſo die Ungleichheit der Jahreszeiten deſto größer, und die Hitze nimmt allezeit ab, wenn die Aequatorhöhe niedriger wird.

Daher kommt es auch, daß man in Senegal, auf der afrikaniſchen Küſte, das nach Reaumürs Art abgetheilte Thermometer, mehr als 38° über den

Eispunkt, hat ſtehen ſehen; in Paris aber ſteigt es gemeiniglich nicht höher, als 28 bis 29°, auch bey der größten Hitze: in Siberien ſteigt es im Sommer nicht ſo hoch, es fällt aber in gewiſſen Gegenden bis 70° unter den Eispunkt; da hingegen die größte Kälte im Jahr 1709 zu Paris, nicht mehr als 15½ Grad unter dem Eispunkt geweſen iſt. (Mem. de l'Acad. 1749. p. 11.)

128. Die Verfertigung der Thermometer iſt eine Sache, bey welcher man auf ſo gar verſchiedene Art zu Werke gegangen, daß ich für nützlich erkenne, hier die Abtheilung deſſelben feſtzuſtellen. Ich werde hierinnen dem de Luc folgen, welcher uns das beſte Werk von den Barometern und Thermometern geliefert hat. Ich verſtehe mit ihm, unter einem Reaumüriſchen Thermometer, ein ſolches, das mit Queckſilber gefüllet iſt, und 80° zeigt, in Waſſer das eine Zeitlang kochet, zu der Zeit, da das Queckſilber im Barometer 27 Pariſer Zoll hoch ſtehet; es zeiget $29\frac{9}{10}$ Grad für die Wärme des menſchlichen Körpers, als, wenn es eine Stunde lang unter den Achſeln gehalten worden; ferner $9\frac{6}{10}$ Grad für die beſtändige Wärme der tiefen Keller unter der Pariſer Sternwarte; Null aber in Eiſe das ſchmelzt, oder in Eiſe, das mit Waſſer vermiſcht worden; und 17° unter dem Eispunkte, in einer Vermiſchung von zwey Theilen ſchmelzendes Eis, und einen Theil Meerſalz. Die ehemaligen Reaumüriſchen Thermometer von Weingeiſt, zeigen $100\frac{4}{10}$ Grad, in kochendem Waſſer; 80 aber bey der größten Hitze, die der Weingeiſt aushalten kann, ohne daß er kochet, auf welchem Grad er ſtehen bleibt, wenn das kochende Waſſer keine aufwallenden Blaſen mehr zeiget; 32½ Grad für die natürliche Wärme des menſch-

menſchlichen Körpers; $10\frac{1}{4}$ Grad in den Kellern der Sternwarte, Null in frierendem Waſſer, und 15° unter dem Eispunkte in einer Vermiſchung von zwey Theilen ſchmelzendes Eis und einen Theil Seeſalz. In eben dieſer Vermiſchung zeigt das Queckſilber-Thermometer 17°, welches ohngefehr die größte Kälte in Paris iſt. Wir meynen hier ſolchen Weingeiſt, als Reaumür gebrauchte; nämlich fünf Theile auf der Sandkapelle abgezogenen Weingeiſt, der Pulver zündet, und mit einem Theile Waſſer vermiſchet iſt.

129. Wenn man den Raum vom Eispunkt bis zum kochenden Waſſerpunkt, der hier zum Grunde liegt, anſtatt in 80 Theile zu theilen, in 180 theilet, den kochenden Waſſerpunkt mit 212, und den Punkt, wo Eis ſchmelzet, mit 32 bezeichnet, ſo hat man die Eintheilung, die Fahrenheit im Jahr 1724 erfunden hat; ſie iſt in England und den nordlichen Ländern die gebräuchlichſte; man hat ſich aber bey dem Gebrauche derſelben, oftmals eben ſo von ſeinen Gründen, als in Frankreich von Reaumürs Gründen entfernet. Ich rede hier nur von den Queckſilber-Thermometern; der Weingeiſt macht ſeine Wege zu ungleich. Nimmt man hier ſolche Queckſilber- und Weingeiſt-Thermometer an, deren Eis- und kochender Waſſerpunkt mit einander übereinſtimmen, ſo ſtehet der rektificirte Weingeiſt, der Pulver zu zünden im Stande iſt, nur auf dem $25\frac{1}{2}$ Grad, wenn das Queckſilber-Thermometer den 30ſten zeiget.

130. Unter die Urſachen der Wärme und Kälte, muß man vornehmlich die Beſchaffenheit des Erdbodens, wo man wohnet, und deſſen Erhöhung über die Fläche des Meeres, rechnen. An den afrikaniſchen Küſten iſt die Hitze größer, als ſonſt irgendwo, weil

der Sand leichter erhitzt wird, als Wälder, Waſſer und Gebirge, und weil man faſt der Meeresfläche gleich ſtehet: Canada iſt viel kälter als Frankreich, obgleich beyde unter einerley Breite liegen, weil jenes mehr mit Wäldern bedeckt, weniger angebauet, weniger bevölkert iſt, und mehr Seen und Sümpfe hat, als dieſes. Quito, ob es wohl mitten auf dem heißen Erdgürtel liegt, genießet doch eines immerwährenden Frühlinges, weil dieſe Stadt 1400 Toiſen, oder ſechs Pariſer Fuß lange Klaftern höher liegt, als die Fläche des Meeres: da iſt man von der Hitze befreyet, welche durch die, von allen umliegenden Gegenſtänden zurückgeworfenen Sonnenſtralen, verurſachet wird; die allezeit viel ſtärkere Hitze hervorbringen, als gerade fallende Sonnenſtralen. Dahero iſt es auch viel heißer, wenn die Sonne ſchon vom Sommerpunkte weg iſt, als wenn ſie in ihm iſt, weil die eingedrungene Hitze in allen Körpern vermehret wird.

131. Die Entfernung und die Nähe der Sonne haben noch weniger Einfluß auf die Wärme: im December iſt die Sonne der Erde näher, als im Junius; der Unterſchied beträgt 370 Durchmeſſer der Erdkugel, dieſe ſind länger als eine Million Meilen; dem ohngeachtet haben wir unſre kälteſte Zeit alsdenn, wenn uns die Sonne am nächſten iſt. Die vornehmſte Urſache aber, von der Hitze des Sommers, iſt die Länge der Zeit, welche die Sonne über dem Horizont im Sommer zubringt; und die Richtung der Sonnenſtralen, welche zur Mittagszeit, der ſenkrechten auf unſern Horizont nahe kommt, und weniger Luft zu durchdringen hat.

132. Die Climata ſind die Theile des Erdbodens, wo die Tageslänge verſchieden iſt: man hat 23 oder

24 Cli-

24 Climata von Stunden, und 6 Climata von Monaten gemacht. Das erſte Stundenclima iſt, wie Sacroboſco mit den Alten ſetzt, die Fläche zwiſchen dem Parallelkreis, wo der längſte Sommertag zwölf und drey Viertelſtunden hat, das iſt, drey Viertelſtunde mehr, als unter dem Aequator und dem Parallelkreis, wo der längſte Tag $13\frac{1}{4}$ Stunde hat, das iſt: die Hälfte des erſten Clima hat 13 Stunden Tag, wenn die Sonne im Sommerpunkt ſteht, und ſeine Fläche faſſet alle die Länder, deren Tageslänge zwiſchen $12\frac{3}{4}$ Stunden und $13\frac{1}{4}$ St. fällt. Die Mitte des zweyten Clima hat $13\frac{1}{2}$ Stunden Tag; die Mitte des dritten Clima hat 14 Stunden, wie das zu Alexandria in Egypten geſchiehet; das vierte Clima hat $14\frac{1}{2}$ St. es geht durch Rhodus und Babylon; das fünfte hat 15 St. es geht durch Rom; das ſechſte 15 St. 30 Min. es geht durch Venedig und Mayland; das ſiebente 16 St. geht durch Paris u. ſ. f. (Clauius in Sphaeram, p. 288.)

133. Dieſe Eintheilung iſt eben die, welche die Alten hatten; nur daß ſie nicht mehr als ſieben Climata zählten, deren Mitten 13 Stunden lang, $13\frac{1}{2}$ St., 14 St. und ſ. w. Tag hatten, bis auf 16, wo die Mitte des ſiebenten Clima in der Breite von 48° 40′ war; ſie trieben ihre geographiſche Erkenntniß nicht ſehr weit, und kannten wenig Länder, die unter größern Breiten lagen.

134. Man würde ebenfalls die ſechs Monatsclimata, oder die Länder, wo der längſte Tag von einem Monat, von zween, von dreyen iſt, finden können. Es würde ſich da zeigen, daß das erſte Monatsclima ſich am $67\frac{1}{2}$ Grad der Breite endiget, weil der Tag daſelbſt einen Monat lang dauret, und ſo ferner bis

zum

zum Pol, der die Grenze des ſechſten und letzten Monatsclima iſt, weil da der Tag ſechs Monat lang währet; die Sternkündiger aber gebrauchen alle dieſe Benennungen gar nicht.

Von den Erdgürteln.

135. Was wir im vorigen von den Breiten auf dem Erdboden, und den Stellungen der Himmelskugel (41, 106) vorgetragen haben, leitet uns zu der Eintheilung der Oberfläche der Erde, die die Erdbeſchreiber in fünf Zonen *), oder kreisartige Gürtel, gemacht haben: ſie ſind der heiße Erdgürtel, die beyden gemäßigten, und die beyden kalten Erdgürtel.

136. Der heiße Erdgürtel KMLLK (Fig. 3.) iſt der, welcher ſich auf $23\frac{1}{2}$ Grad auf beyden Seiten des Aequators erſtreckt; er enthält alle Länder, die zwiſchen den beyden Wendekreiſen liegen, in welchen man die Sonne im Zenith haben kann.

137. Die gemäßigten Erdgürtel ABLK, und MLTS, erſtrecken ſich von jedem Wendekreiſe auf 43 Grad; einer auf der Nordſeite vom Wendekreiſe des Krebſes; der andre nach Mittag vom Wendekreiſe des Steinbocks; ſie begreifen alle Länder in ſich, welche die Sonne niemals im Zenith haben, und ſie im Winter niemals aus dem Geſichte verlieren. Die Länder von $66\frac{1}{2}$ Graden nordlicher Breite, haben nur $23\frac{1}{2}$ Grade Aequatorhöhe (34); wenn demnach die Sonne im Winterpunkte $23\frac{1}{2}$ Grad unter dem Aequator iſt, ſo erhebt ſie ſich nicht mehr über den Horizont, und im Horizonte ſelbſt erſcheinet ſie nur zur Mittagszeit.

138. Ueber

*) Ζώνη, Cingulum, ein Gürtel.

138. Ueber 66½ Grad Breite, giebt es eine Zeit, wo die Sonne gar nicht zu ſehen iſt, wenn ſie in oder nahe am Winterpunkt ſtehet; man ſiehet aber auch daſelbſt die Sonne 24 völlige Stunden lang, wenn ſie im Sommerpunkte iſt. Homer ſcheint dieſen fortwährenden Tag bey Gelegenheit der Läſtrygoner anzuzeigen, (Odyſſ. K. v. 191-193); und wir werden weitläuftiger davon handeln, wenn wir den Gebrauch der künſtlichen Erdkugel erklären werden (221). Eben daſelbſt fängt der kalte Erdgürtel an, der ſich bis zum Pol erſtreckt. Der arctiſche kalte Erdgürtel iſt bewohnet, denn Lappland und Siberien machen einen Theil davon; das übrige iſt ein weites Meer, das bis zum Pol reicht. Der mittägige kalte Erdgürtel iſt völlig unbekannt; man iſt gegenwärtig beſchäfftiget, einen Verſuch zu machen, einige Theile von ihm zu entdecken.

139. Die Fläche, oder Ausdehnung von Land oder Meer, welche jeder kalte Erdgürtel enthält, iſt ſechsmal weniger, als die von jedem gemäßigten Erdgürtel, und der heiße macht nur ¾ von der Summe beyder gemäßigten; denn wenn man ſich die ganze Oberfläche der Erde, in 23 Theile eingetheilet, vorſtellet, ſo ſind der kalte, gemäßigte und heiße Erdgürtel, wie 1, 6, und 9 in Vergleichung; alle fünfe zuſammen machen die 23 Theile des Ganzen, jede aber von den Einheiten deſſelben macht 1124372 Quadratmeilen (823).

140. Der Polarkreis (102) iſt ein kleiner Kreis der Erdkugel AB (Fig. 3.) mit dem Aequator gleichlaufend, der durch 66½ Grad nordlicher Breite gehet, deſſen Umfang den ganzen Raum APB einſchließt, den wir den kalten Erdgürtel genennt haben; es giebt zween Polarkreiſe AB, ST, ſo wie zween kalte Erdgürtel;

gürtel; einen gegen den arctiſchen oder nordlichen Pol, den andern gegen den antarctiſchen oder ſüdlichen Pol der Erde (102).

141. Die fünf Erdgürtel, von welchen wir geredet haben, ſind von Virgil und Ovid genau beſchrieben worden:

Quinque tenent coelum zonae: quarum vna coruſco
Semper ſole rubens, et torrida ſemper ab igne;
Quam circum extremae, dextra laeuaque trahuntur,
Coerulea glacie concretae, atque imbribus atris;
Has inter mediamque, duae mortalibus aegris
Munere conceſſae Diuum, et via ſecta per ambas,
Obliquus qua ſe ſignorum verteret ordo.

Georgic. I. 233.

Vtque duae dextra coelum, totidemque ſiniſtra
Parte ſecant zonae, quinta eſt ardentior illis?
Sic onus incluſum numero diſtinxit eodem,
Cura Dei, totidemque plagae tellure premuntur,
Quarum quae media eſt, non eſt habitabilis aeſtu:
Nix tegit alta duas: totidem inter vtramque locauit
Temperiemque dedit, miſta cum frigore flamma.

Metam. I. 43.

142. Lucan bemerket ganz recht, daß in dem nordlichen gemäßigten Erdgürtel, der Schatten allezeit rechter Hand oder nach Norden fällt, wenn man das Geſicht gegen Abend wendet; da man hingegen in dem heißen Erdgürtel zu gewiſſen Zeiten den Schatten gegen Mittag hat, oder zur linken Hand, wenn man ſich nach Abend zu wendet.

Ignotum vobis, Arabes, veniſtis in orbem,
Vmbras mirati nemorum non ire ſiniſtras.

Pharſ. III. 247.

143. Er meldet uns auch, daß zu Syena, einer Stadt in Egypten, die unter dem Wendekreis liegt, der Schatten der Sonne am Tage des Sommerpunkts zu Mittage verſchwinde, und ſich weder zur Rechten noch zur Linken bemerken laſſe.

Vmbras nuſquam flectente Syene. I. 587.

144. Die verſchiedenen Lagen der Mittagsſchatten, haben den Erdbeſchreibern Gelegenheit gegeben, die Bewohner des Erdbodens durch folgende Namen zu unterſcheiden: Heteroſcii *), Periſcii, Amphiſcii oder Aſcii. Heteroſcii ſind diejenigen, deren Mittagsſchatten allezeit nach der Seite fällt, wo ihr Pol liegt; dieſe ſind die Bewohner der gemäßigten Erdgürtel: daher richtet ſich in unſern Ländern der Schatten eines lothrecht ſtehenden Körpers allezeit von Mittag gegen Norden, weil dieſe Gegend allezeit der Sonne, die gegen Mittag ſtehet, entgegen geſetzt iſt.

145. Periſcii ſind diejenigen, deren Schatten ſich in 24 Stunden nach allen Seiten des Horizonts herumdrehen; dergleichen ſind die Bewohner der kalten Erdgürtel, wo während einer gewiſſen Zeit im Jahre die Sonne nicht untergehet (138); wenn ſie gegen Mittag ſtehet, ſo fallen die Schatten gegen Mitternacht, und wenn ſie unter dem Pol gegen Norden iſt, ſo wirft ſie die Schatten nach Süden zu, und ſo im übrigen.

146. Am-

*) Strabo nennt ſie (gegen das Ende des zweyten Buches ſeiner Erdbeſchreibung Seite 135.) ἑτεροσκίοι, περισκίοι und Ἀμφισκίοι nach dem Poßidonius. Dieſe Worte kommen von σκία, vmbra, mit dem jeder Bedeutung zukommenden Vorſetzeworte.

146. Amphiſcii ſind diejenigen, deren Mittagsſchatten bald nach Norden, bald nach Süden fallen: dergleichen ſind die Bewohner des heißen Erdgürtels. Damit aber auch dieſe Beſtimmung diejenigen mit begreifen möchte, welche unter den Wendekreiſen ſelbſt wohnen, hat Varenius in ſeiner allgemeinen Erdbeſchreibung, hierzu den Namen Aſcii gebrauchet, der diejenigen anzeiget, die an einem oder zween Tagen des Jahres gänzlich keinen Schatten haben; indem ihnen die Sonne zu der Zeit im Scheitel ſtehet. Die Aſcii werden in zwo Arten abgetheilet; Aſcii Amphiſcii, deren Schatten ſich bisweilen gegen Norden, bisweilen gegen Süden richtet, und jährlich zweymal verſchwindet; Aſcii heteroſcii, deren Schatten immer nach einer Seite zu fallen, und nur einmal verſchwinden, nämlich an dem Tage, da die Sonne in den Wendekreis tritt, unter welchem dieſe Völker wohnen.

Von den Gegenfüßern.

147. Zwey Länder des Erdbodens, die auf gerade entgegengeſetzten Seiten einander gegen über liegen, das iſt, an den beyden Enden einer geraden Linie, die durch den Mittelpunkt der Erdkugel gehen würde, ſind mit einander Gegenfüßer (Antipodes): ſo ſind die zu Lima in Peru wohnen, ohngefehr Gegenfüßer von denen in Siam in Indien, wie dieſes aus den Breiten und Längen erhellet, die man da beobachtet hat: desgleichen iſt Buenosaires in Amerika gegenfüßig mit Pekin, der Hauptſtadt in China. Spanien hat ſeine Gegenfüßer in Neu-Zeland. Paris, und der übrige Theil von Europa, haben ihre Gegenfüßer auf dem Südmeere, in den Gegenden von Neu-Zeland; dieſes iſt eines von den ſüdlichen Ländern, das man

man vor der Reiſe um die Welt vom Herrn von Bougainville, und vor der von den Herrn Banks, Solander und Cook, die 1769 geſchehen, kaum kannte.

148. Seit mehr als zwey tauſend Jahren kennen ſchon die Gelehrten die runde Geſtalt des Erdbodens, und haben keinen Zweifel geheget, daß es Bewohner geben müſſe, die einander Gegenfüßer ſind; nur zu den Zeiten der gröbſten Unwiſſenheit, wo alle mathematiſche Erkenntniß unter den Menſchen erloſchen war, konnte man ihr Daſeyn in Zweifel ziehen; Kepler ſagt, daß ein Biſchof, Namens Virgilius, deswegen abgeſetzet worden, weil er die Gegenfüßer mit Gewißheit behauptet habe, Riccioli aber zeiget, daß dieſe Nachricht ungegründet ſey. (Man ſehe bey dem Baronius das 744ſte Jahr und Riccioli Almageſtum II. 490.)

149. Die Gegenfüßer haben einerley Fläche zum Horizont; die einen bewohnen die obere Seite dieſer Fläche, und die andern die untere. Ein Stern gehet bey den einen auf, wenn er bey den andern untergehet; der längſte Tag des Jahres für die erſten, iſt der kürzeſte für die andern; jene haben Winter, wenn dieſe Sommer haben; eben ſo kommt der Frühling in Gegenſtand mit dem Herbſt, der Mittag mit der Mitternacht, der Morgen mit dem Abend, der Tag mit der Nacht; der Pol, der für die erſtern erhaben iſt, iſt für die andern vertieft; die Sterne, die jenen beſtändig ſcheinen, ſind dieſen völlig unſichtbar; und die ſich auf einer Seite ſehr wenig erheben, vertiefen ſich auch ſehr wenig auf der andern. Wenn beyde ſich gegen den Aequator ſtellen, ſo ſcheinen dem einen die Sterne rechter Hand aufzugehen, der andre ſiehet ihren Aufgang linker Hand.

150. Die Völker, welche einander nicht gerade entgegengeſetzt wohnen, aber doch auf eben dem Halbkreiſe des Mittagskreiſes, und unter gleichen Breiten, die einen gegen Süden, die andern gegen Norden vom Aequator ſind, heißen *Antoeci*; ſie haben beyde in eben demſelben Augenblick Mittag, und einerley Stunden des Tages mit einander; die erſten aber haben zu eben der Zeit Winter, wenn die andern Sommer haben, und der Frühling bey jenen, iſt der Herbſt bey dieſen. Die Tage der erſtern ſind den Nächten der andern gleich; wenn bey jenen die Tage zunehmen, ſo nehmen ſie bey dieſen ab; der Pol, der bey den erſtern erhaben iſt, iſt bey den andern eben ſo viel vertieft; die Sterne, welche jene beſtändig ſehen, erſcheinen bey dieſen niemals; und wenn ſie die Sonne zur Mittagszeit betrachten, ſind ihre Geſichter gegen einander gekehret, wenn die Sonne nur nicht weiter vom Aequator entfernt iſt, als einer von beyden Beobachtern.

151. Diejenigen, welche auf einerley Parallelkreis, aber auf entgegengeſetzten Punkten deſſelben wohnen, werden *Perioeci* genennt; der eine hat Mittag, wenn der andre Mitternacht hat; weil ſie aber auf eben derſelben Seite des Aequators wohnen, ſo haben ſie einerley Jahreszeiten zu gleicher Zeit; ſie ſehen eben dieſelben Sterne beſtändig über dem Horizonte; der Aufgang der Sterne geſchiehet an eben demſelben Punkte, und in eben dem Abſtande vom Mittagskreiſe; ſie bleiben auch eben ſo lange Zeit über dem Horizonte. Am Tage der Nachtgleichen gehet die Sonne bey dem einen in dem Augenblick auf, da ſie bey dem andern untergehet. Wenn die Sonne auf der Seite iſt, wo der erhöhete Pol ſtehet, das iſt,

wäh-

während des Frühjahres und des Sommers, ſo gehet ſie bey dem einen auf, ehe ſie bey dem andern untergehet, ſo daß es einen Zeitraum giebt, während deſſen beyde Perioecier die Sonne zu einer Zeit ſehen. Hingegen im Herbſt und Winter giebt es einen Theil der Nacht, der beyden gemein iſt, das iſt, eine Zeit, wo weder der eine noch der andre die Sonne ſiehet.

Solchergeſtalt ſind die Antipoden von Paris, die Perioecier von der Pariſer Antoeciern; und ſie ſind Antoecier in Anſehung der Perioecier von Paris; dieſe letztern liegen gegen Südoſten von Kamtſchatka, dem äußerſten oſtlichen Theil von Aſien; die Antoecier von Paris liegen in den Südländern, gegen Mittag vom Vorgebirge der guten Hoffnung, in Ländern, die bis jetzo noch unbekannt ſind.

152. Es giebt vielleicht Leute, denen es Mühe koſtet, wenn ſie ſich vorſtellen ſollen, daß Menſchen in *antipodiſchen* Ländern wohnen können, ſo, daß ihre Füße jenen entgegen ſtehen. Bey dem erſten Anblick ſcheint es zwar, daß die einen oder die andern die Köpfe unten haben müſſen, oder daß ſie, der natürlichen Art zuwider, in einer verkehrten Stellung ſeyn müſſen. Um aber ſeine Vorſtellungen hierinnen in Richtigkeit zu bringen, darf man nur unterſuchen, warum wir auf der Oberfläche der Erdkugel aufgerichtet ſtehen, unſre Füße gegen die Erde kehren, und den Kopf gegen den Himmel erheben: warum wir uns alſobald wiederum in dieſe erſte Stellung bringen, wenn eine Gewalt, oder eine ungewöhnliche Bewegung uns davon abgebracht hat. Dieſe Kraft, mit welcher alle Körper gegen den Erdboden getrieben werden, man mag ſie Schwere oder Anziehung nennen, ihre Urſache mag auch unbekannt ſeyn, zeigt ſich doch deutlich in allen

 Pun-

Punkten unſrer Erdkugel: allenthalben fallen ſchwere Körper nach dem Mittelpunkt der Erde zu, und die Kraft, die ſie treibt, iſt beſtändig und unveränderlich; allenthalben ſagt man, daß alles, was fällt, gegen die Erde zugehet, und was ſteigt, ſich von ihr entfernt. Der Körper A alſo (Fig. 14.), der nach der Linie ABC gegen den Mittelpunkt der Erdkugel gezogen wird, und der Körper E, der nach der Linie EDC gegenſeitig angezogen wird, fallen beyde gegen den Erdboden, weil ihre natürliche Stellung erfordert, ſich dem Mittelpunkte C zu nähern. Ein Einwohner, der in B ſtehet, wird den Regen auf ſich, von A nach B zu, fallen ſehen, und ein andrer, der bey deſſen Gegenfüßern in D iſt, wird den Regen auf die Erde von E nach D zu fallen ſehen; das ſind in der That entgegengeſetzte Richtungen, ſie ſind aber von gleichmäßiger natürlichen Beſchaffenheit, weil der Mittelpunkt der Erdkugel C, das gemeinſchaftliche Ziel, der Punkt der Vereinigung, und des Triebes, für den Regen und für alle andre ſchwere Körper iſt.

153. Von Anfängern habe ich wohl fragen hören, woher es komme, daß, da der Körper A, von A nach B fällt, der andre nicht auf gleiche Art von D nach E oder F falle; ſie waren aber noch nicht gewohnt zu bemerken, daß der Körper A dadurch gegen B fällt, weil er gezwungen iſt, ſich der Erde zu nähern, dahingegen der Körper E nach der Seite von F zu, nichts mehr hat, was ihn beſtimmen konnte ſich zu bewegen, kein Geſetz, keinen Gegenſtand, keinen Grund zu ſeiner Bewegung; er ſtehet nur mit der Erde in Verbindung, gegen ſie iſt ſeine natürliche Neigung gerichtet, ſie iſt die Urſache und das Ziel ſeiner Bewegung; und wenn er von E nach D fällt, ſo läßt er ſich durch eben

die Urſache beſtimmen, bewegt ſich auf eben die Art, und folget eben dem Geſetze, als der Körper A, wenn dieſer nach B zu, fällt; ſolchergeſtalt kann man ſagen, daß zwey Körper, einer ſowohl als der andre, fallen und niederſteigen, ob ſie gleich nach zwo verſchiedenen Richtungen gehen; fallen, heißt nichts anders, als ſich der Erde nähern. Von dieſem allgemeinen Geſetz der Schwere, werden wir weitläuftig handeln, im XII. Buch, Art. 980.

154. Es finden ſich auch Leute, welche fragen, wie die Sterne befeſtiget ſind, woher es kommt, daß die Sonne nicht auch, wie andre Körper der Erde, die ſie ſehen, auf ſie zu falle, und wodurch die Erde in ihrem Stande erhalten werde? Um dieſer Schwierigkeit zuvorzukommen, iſt es nöthig, ſich bey Zeiten mit dem ſehr natürlichen und ſehr leichten Begriffe bekannt zu machen; daß die Körper ihren Standort, ohne eine Urſache, die die Bewegung beſtimmt, nicht verändern: die Sterne ſind auf keine Art befeſtiget, und haben es auch nicht nöthig, weil nichts da iſt, was ſie aus ihrem Standorte vertreiben ſollte; es iſt genug, daß ſie an einem Orte ſind, um allezeit daſelbſt zu ſeyn; Dinge, die in den Umſtänden ſind, daß ſie nach einer Gegend zu, fallen wollen, haben Stützen nöthig, die Sterne aber haben gar kein Beſtreben, ſich der Erde zu nähern; ſie ſind von ihr zu weit entfernt.

Eine Mittagslinie zu ziehen.

155. Die Erklärung der Mittagskreiſe und der Parallelkreiſe (19 = 27) giebt zu erkennen, daß der Mittagskreis, alle Tagebogen der Parallelkreiſe mit dem Aequator, in zwey gleiche und ähnliche Theile theilet: die Sonne, wenn ſie im Horizonte erſcheint,

erhebt ſich nach und nach, indem ſie deutlich einen Parallelkreis mit dem Aequator beſchreibt, ſie kömmt zu Mittag in den höchſten Ort am Himmel, und ſteigt wieder gegen Abend nieder, mit eben der Geſchwindigkeit, eben ſo ſtufenweis, und in eben der Zeit, die ſie brauchte, ſich bis zum Mittagskreis zu erheben: alſo theilet der Mittagskreis die Zeit der Sichtbarkeit der Sonne in zwey gleiche Theile, und bemerkt zugleich die größte Höhe derſelben.

156. Hieraus folget, daß es zwo Arten giebt, die Richtung des Mittagskreiſes zu erforſchen, und den Augenblick zu erfahren, wenn die Sonne in ihn eintritt, oder die Zeit des Mittages: die erſte beſtehet darinne, die Unterſuchung auf den Augenblick zu richten, da die Sonne den höchſten Stand am Himmel erreichet, und anfängt, niedriger zu gehen, und da die Schatten der Körper, die von ihr beſchienen werden, die kürzeſten ſind; alsdenn wird der Schatten eines Stabes oder ſenkrecht geſtellten Stiftes, oder der von dem Faden eines Bleylothes geworfen wird, die Lage des Mittagskreiſes anzeigen, und die Linie zeichnen, die man die Mittagslinie nennt, oder die Linie, in welcher die Flächen des Horizonts und des Mittagskreiſes einander ſchneiden.

Wenn man den Augenblick der größten Sonnenhöhe, auf dieſe Art, nach aller Schärfe ausfündig machen könnte, würde ſie ganz richtig ſeyn; weil aber zur Mittagszeit, wenn die Sonne ihren höchſten Stand, oder größte Höhe erreichet, ihr Fortgang ſo langſam iſt, daß die größte Vorſicht erfordert wird, dieſe Beobachtung mit genugſamer Genauigkeit anzuſtellen, ſo hat man Urſache, auf ein bequemer Mittel zu denken, wodurch eine richtige Mittagslinie gezeich=

gezeichnet werden kann; das iſt die zwote Art, die ich jetzt vortragen will.

157. Dieſe Art beſtehet darinnen: daß man die Schatten der Sonne bey ihrem Aufgange und Untergange richtig bezeichnet, von dieſen Schatten iſt einer eben ſo weit vom Mittagskreiſe entfernt, als der andre; die Mitte alſo, zwiſchen beyden Schatten, muß denjenigen geben, welchen die Sonne im Punkte des Mittages wirft. Es ſey SMCBDA (Fig. 15.) ein Kreis, der den Umfang des Horizonts vorbildet, S die aufgehende Sonne, C die untergehende, P der Fuß eines Stiftes oder Stabes, der lothrecht auf den Horizont gerichtet iſt, PB der Schatten des Stiftes beym Aufgange der Sonne, PA der Schatten eben deſſelben Stiftes, beym Untergange der Sonne; theilt man nun den Winkel SPC oder den Bogen SC in den Punkt M in zwey gleiche Theile, ſo wird die Linie MPD die Mittagslinie ſeyn, weil die Sonne, indem ſie in S aufgehet und in C untergehet, von dem Mittagskreiſe, der durch M gehet, nothwendig gleichweit abſtehen muß. Dieſe Art aber kann nicht gebrauchet werden, wofern der Horizont nicht vollkommen glatt und eben iſt; ich habe ſie auch nur in der Abſicht hier angezeigt, um die vorhabende Sache deſto beſſer vorſtellig machen zu können, und den Begriff faßlicher zu machen, auf welchen die allgemeine Art, eine Mittagslinie zu ziehen, gegründet iſt. Aus dieſen folget die dritte Art, die ich nun zu erklären habe.

158. Dieſe Art, der man nothwendig folgen muß, erfordert, ſtatt der zwey Punkte des Horizontes, wovon wir geredet haben, zwey andre Punkte zu erwählen, die beyde von gleicher Höhe ſind, einer vor Mittage, der andre nach Mittage. Wenn man, anſtatt

die Schatten der Sonne zu bemerken, da ſie im Horizonte ſelbſt, in S und C iſt, den bezeichnet, welchen ſie eine halbe Stunde nach dem Aufgange wirft, und hernach den, welchen ſie eine halbe Stunde vor Untergang giebt, ſo hat man zween Schatten PF, PG, die dem Mittagskreiſe näher liegen, und viel kürzer ſind, aber doch immer gleichweit von dem Mittagskreiſe abſtehen; von dieſen beyden iſts genug, die Mitte H zu nehmen, um die Mittagslinie PHD zu erhalten.

159. Man darf demnach überhaupt aus dem Mittelpunkt P einen Bogen als FG, beſchreiben, und den Augenblick beobachten, da der Schatten vor Mittag in F, und nach Mittag in G auf eben dem Bogen ſeyn wird, (weil man alsdenn verſichert iſt, daß die Sonnenhöhe in beyden Augenblicken einerley geweſen, und folglich ihre Entfernungen vom Mittagskreiſe gleich groß geweſen); weil nun dieſe beyden Schatten gleichweit vom Mittagskreiſe ſeyn müſſen, ſo iſt nur nöthig, den Zwiſchenraum oder Bogen FG in zwey gleiche Theile zu theilen, und man wird dadurch einen Punkt H finden, durch welchen die Mittagslinie PHD, die vom Fuße des Stiftes P gezogen worden, durchgehen muß.

Um größere Genauigkeit zu erhalten, kann man etliche concentriſche Kreiſe beſchreiben, von welchen jeder insbeſondre einen Punkt der Mittagslinie geben wird; und wenn dieſe Punkte in eine Linie gebracht werden, wird die ganze Linie, die man ſuchet, noch viel richtiger beſtimmt werden *).

160. End-

*) Bey dieſer Art kann ein Fehler von etlichen Secunden gemacht werden, wenn man außer der Zeit des Sommerpunkts die Mittagslinie ſuchet, weil die Sonne, den

160. Endlich kann man ſich auch, anſtatt des Stiftes, den ich hier in P geſtellet, annehme, eines kleinen und ſehr bequemen Werkzeuges bedienen. Es beſtehet aus einer Platte P (Fig. 16.), von ohngeſehr drey Zollen, durch welche ein kleines Loch mit einer Nadel geſchlagen worden, damit ein Sonnenſtral dadurch gehen kann; dieſe Platte wird von einem Fußgeſtelle AB, das 7 bis 8 Zoll Höhe hat, getragen, und der Sonnenſtral fällt auf die Platte BD, die den Fuß des Werkzeuges ausmacht, oder auf eine Tafel, die waſſerrecht geſtellet worden. Aus dem Punkte C, der ſenkrecht unter dem Loch T iſt, und durch ein Loth TC bezeichnet wird, beſchreibt man etliche concentriſche Kreiſe; auf jeden von dieſen bemerket man den hellen Lichtpunkt des Vormittags K, und den des Nachmittags L. Die Mitte H des Zwiſchenraumes giebt die verlangte Mittagslinie CH.

161. Wenn die Platte P mit einem großen Stück Pappe bedecket wird, ſo zeiget ſich der helle Lichtpunkt deſto deutlicher und lebhafter, wodurch dieſes Werkzeug ſeinen beſondern Vortheil erhält: außerdem hat man auch noch den Vortheil, die Tafel ſelbſt, vermittelſt dieſes Werkzeuges, waſſerrecht zu ſtellen; wenn das Werkzeug gut gemacht iſt, und die Tafel völlig horizontal ſtehet, ſo muß ein Loth, das von dem Punkt in T herabgelaſſen wird, genau auf den Punkt C treffen; ſo dienet ſolchergeſtalt auch das Werkzeug zur Berichtigung. In Ermangelung eines Bleylothes

 oder

den ganzen Tag lang, nicht genau in einem Parallelkreiſe verbleibt. In folgendem Buche (326) werden wir dieſe kleine Ungleichheit in Betrachtung nehmen, bey dem gewöhnlichen Gebrauche iſt ſie unnütze.

oder einer Waſſerwaage, darf man auch nur Waſſer auf die Platte gieſſen, ſo wird man alſobald merken, nach welcher Seite ihre Neigung fällt, und das wird hinreichend ſeyn, ſie durch kleine untergelegte Keile von Holz, ſo viel zu erhöhen, bis das auf ſie gegoſſene Waſſer auf ſeinem Orte ſtehen bleibt, und weder hier noch dahin abfließet. In der Folge dieſes Werkes (322) wird gezeigt werden, daß auf eben dem Grunde, wovon wir jetzt geredet haben, auch die Art der übereinſtimmenden Sonnenhöhen beruhet, welche von allen Sternkündigern gebraucht wird, um den Punkt des Mittages mit der größten Genauigkeit zu beſtimmen.

162. Die Mittagslinie macht das erſte Hauptſtück einer Sternwarte aus; der größte Theil der Beobachtungen erfordert eine vollkommen richtige Mittagslinie; denn auf die im Mittagskreiſe gemeſſenen Höhen, und auf den Durchgang durch den Mittagskreis, ſind alle aſtronomiſche Lehrſätze gegründet; man ſagt dahero auch, daß die Sternkündiger ſich beſtändig gegen Mittag ſtellen, wie die Erdbeſchreiber gegen Mitternacht, die Prieſter gegen Morgen, und die Poeten gegen Abend.

Ad Boream terrae, ſed coeli Menſor ad auſtrum;

Praeco Dei exortum videt, occaſumque Poeta.

163. Es läßt ſich auch eine Mittagslinie, vermittelſt des Polarſterns, eben ſowohl, als nach vorhergehender Art, und vielleicht mit noch mehr Genauigkeit, ziehen. Weil der Polarſtern ohngefehr nur zwey Grade vom Punkt des Pols abſtehet, ſo zeiget er die Nordſeite beſtändig ziemlich genau an, zu welcher Zeit man ihn auch beobachten mag; wenn man aber ohn-

gefehr die Zeit erwählet, da er in dem Mittagskreiſe ſtehet, ſollte man ſich auch hierbey um etliche Minuten irren, ſo findet man, durch Hülfe dieſes Sternes, die Lage des Mittagskreiſes, mit einer ſehr großen Genauigkeit; zu dieſer Abſicht darf man nur zwey Bleylothe aufhängen, ſo daß man längſt derſelben hinſehen oder die Geſichtslinie auf den Stern richten kann.

164. Um die Zeit zu wiſſen, zu welcher der Polarſtern ganz genau im Mittagskreiſe ſtehet, kann man die Stunde und Minute ſeines Durchganges durch eine Rechnung erfahren, die weiter unten (363) ſoll erkläret werden. Es giebt aber auch einen ſehr bequemen Weg, ohne alle Rechnung die Zeit zu finden, wenn der Polarſtern durch den Mittagskreis gehet. Hierzu iſt nur nöthig, die Zeit zu beobachten, wenn der Polarſtern in den Scheitelkreis des Sternes ε im großen Bär tritt; dieſer Stern iſt der erſte von den dreyen im Schwanze, oder derjenige, welcher der nächſte an dem Viereck im großen Bär iſt. (Fig. 1.) Man hat erkannt, daß dieſer Stern dem Polarſterne entgegenſtehet, dergeſtalt, daß ſie beyde zugleich durch den Mittagskreis gehen, der eine über dem Pol, der andre unter ihm; wenn demnach einer unter dem andern ſtehet, oder daß ſie beyde zugleich in einem Scheitelkreiſe ſtehen, oder in einer ſenkrechten Linie, ſo iſt man verſichert, daß ſie alle beyde im Mittagskreiſe ſind; richtet man nun in dieſem Augenblicke zwey Faden, oder zwey ſenkrecht geſtellte Liniale gegen dieſe beyden Sterne, ſo ſind die beyden Gegenſtände, die dieſe Richtung haben, in dem Mittagskreiſe, und geben auf dem Fußboden die Lage der Mittagslinie.

165. Anſtatt der zwey Faden der Lothe, kann man auch drey oder vier ſchwach brennende Dachte gebrau-

gebrauchen, von welchen zwey zum voraus in einerley Scheitelkreis, vermittelſt eines Lothes, geſtellet ſind: der dritte oder nächſte am Auge muß beweglich ſeyn, und ſich mit den andern gegen den Polarſtern in gerade Linie richten laſſen. Man kann ſich auch hierzu eines Bretes bedienen, in welches zwey Löcher gebohret worden, wodurch man die zwey Sterne zugleich in einerley ſenkrechten Linie ſehen kann, indem ein andres Bret, das viel näher am Auge ſtehet, gebrauchet wird, um ſich die Richtung zu geben, und das Auge in den Scheitelkreis beyder Sterne zu ſtellen: eine Mauer, die genau lothrecht ſtünde, würde zu eben dieſem Gebrauch dienlich ſeyn, ſie wird aber ſelten gefunden werden.

166. Dieſe Verrichtung kann überhaupt in der Abenddämmerung, in den Monaten May und Junius, mit zwey Bleylothen gemacht werden, ſo daß man ſich nicht um eine Minute in der Zeit irret, da dieſe beyden Sterne durch einerley Scheitelkreis gehen; und ein Fehler von einer Minute, würde für den Augenblick des Mittages nicht vier Secunden Zeit betragen, wenn man ihn hernach durch Hülfe dieſer Mittagslinie beobachtete.

167. Um mit mehr Genauigkeit hiervon zu reden, muß ich anmerken, daß dieſe beyden Sterne im Monat Julius 1751. genau mit einander durch den Mittagskreis giengen; der Stern ε aber im großen Bär kömmt jenem alle zehn Jahr 1 Min. $13\frac{1}{2}$ Sec. zuvor; und im Monat Junius 1773 kömmt er $2' \, 42''$ eher, als der Polarſtern. Wenn man demnach bey dieſer Verrichtung eine große Genauigkeit zu erhalten ſuchet, muß man durch zwey Bleylothe ſich vorhero des Augenblicks verſichern, da dieſe beyden Sterne durch

einen Scheitelkreis gegangen ſind: hernach 2′ 42″ warten, und nun die beyden Bleylothe auf den Polarſtern alleine richten, ohne den Stern ε in Betracht zu nehmen, der ſchon jenſeits des Mittagskreiſes und Scheitelkreiſes ſeyn wird; in der Ausübung aber iſt dieſer kleine Unterſchied nicht beträchtlich.

Von der künſtlichen Himmelskugel, und derſelben Gebrauch.

168. Eine Kugel, welche die Sternbilder, den Planetenlauf, die Ekliptik, den Aequator, die Breitenkreiſe, die Abweichungskreiſe, den Mittagkreis, und den Horizont vorzuſtellen dienen ſoll, wird eine künſtliche Himmelskugel genennt.

Die in der 12ten Figur abgebildete, iſt wie die Ringkugel mit einem Horizont HO, und einem Mittagskreis PZR umgeben, und läßt ſich um ihre Axe PR wenden. Man bezeichnet auf ihr die Sterne, ihren beobachteten geraden Aufſteigungen und Abweichungen gemäß (90. 91), indem man die Nacht hindurch die Sterne unterſuchet, welche bey ihrem Durchgange durch den Mittagskreis, eben die Höhe haben als der Aequator, oder die mit einem, zween oder mehr Graden höher oder tiefer, als der Aequator, durchgehen.

Man zeichnet hernach auf dieſe Kugel einen andern Kreis, der den Aequator in den zwey Aequinoctialpunkten, die man unter den Sternen bemerket hat (67), durchſchneidet, und ſich von ihm $23\frac{1}{2}$ Grad auf beyden Seiten entfernet, dieſer iſt die Ekliptik (64); die beyden vom Aequator am weiteſten abſtehenden Punkte der Ekliptik, ſind die Sonnenſtandspunkte, oder der Sommer- und Winterpunkt (68).

Die

Die beyden Koluren, wovon wir oben (102) geredet, müſſen auf der Kugel, von einem Pol zum andern, einer durch die Nachtgleichen, der andre durch die Sonnenſtandspunkte, wie auf der Ringkugel, gezeichnet werden.

Alle Kreiſe werden durch die Weltpole geführet, und ſchneiden den Aequator rechtwinklicht, ſie heißen dahero Abweichungskreiſe; ſie dienen, den Abſtand oder die Abweichung vom Aequator, und die geraden Aufſteigungen zu meſſen; denn alle Sterne, die ſich in einerley Abweichungskreiſe befinden, haben auch einerley gerade Aufſteigung. Solchergeſtalt ſind die Koluren, die Mittagskreiſe und die Stundenkreiſe, auch Abweichungskreiſe (92).

169. Es kann auf dieſer Kugel die **ſchiefe Aufſteigung** eines Sternes angezeiget werden; dieſe iſt der Abſtand des Aequinoctialpunktes, von demjenigen Punkte des Aequators, welcher mit dem Sterne zugleich in den Horizont tritt. Es ſey HEZPO (Fig. 20.) der Mittagskreis, P der Weltpol, HO der Horizont, EC der Aequator, S ein Stern, der im Horizonte aufgehet; der Punkt B des Aequators iſt derjenige, welcher die gerade Aufſteigung des Sternes S bemerket; der Punkt des Aequators aber, der die ſchiefe Aufſteigung des Sternes anzeigt, iſt in C, weil dieſer Punkt C zu gleicher Zeit mit dem Sterne aufgehet; BC iſt der Unterſchied zwiſchen der geraden und ſchiefen Aufſteigung; die alten Sternkündiger nennten ihn die Aſcenſionaldifferenz, man gebrauchet dieſelbe aber anjetzo faſt gar nicht.

170. Die Aufgaben, welche durch Hülfe einer ſolchen Himmelskugel oder der Ringkugel aufgelöſet werden können, ſind nicht bloße Uebungen zum Vergnügen;

gnügen; man ſollte wirklich, um einige genaue Beſtimmung zu erhalten, eine ſehr große Kugel haben, die mit allem Fleiße verfertiget worden, auch der trigonometriſchen Rechnung, von welcher wir in folgendem Buche handeln werden, den Vorzug gönnen; wenn man aber erſt anfängt, die Gründe der Sternkunſt zu erlernen, iſt es ſehr nützlich, ſich mit der künſtlichen Himmelskugel und der Ringkugel zu üben, um die Bewegungen wohl verſtehen zu lernen, und ſie ohne Mühe mit denen am Himmel vergleichen zu können. Ich ſage, daß man ſich der Himmelskugel oder der Ringkugel bedienen kann, denn ſie ſind weiter nicht unterſchieden, als daß die Ringkugel hohl ausgeſchnitten und durchſichtig iſt, indem die Himmelskugel ganz und undurchſichtig iſt, damit auf ihrer Oberfläche die verſchiedenen Sternbilder nach ihren Längen und Breiten haben vorſtellig gemacht werden können (44. 48). Von der künſtlichen Erdkugel werden wir auch bald reden (214).

171. Die Zeit des Aufganges und Unterganges der Sonne zu finden, wenn die Breite des Ortes auf dem Erdboden, und der Ort der Sonne, wo ſie an jedem Tage im Jahre ſtehet, bekannt ſind.

Es ſey der gegebene Ort, Paris, deſſen Breite von 49° iſt, und man verlange zu wiſſen, zu welcher Zeit die Sonne den 20ſten April auf- und untergehe. 1) Der Mittagskreis muß ſo gewendet werden, daß er in ſeinen Einſchnitten, und auf ſeiner Unterlage bleibt, und der Pol muß 49° über den Horizont erhöhet werden, oder daß vom Pol bis auf den Horizont 49° ſind, oder daß der 49ſte Grad im Horizonte ſey; 2) man muß aufſuchen, welcher Grad der Ekliptik dem

dem gegebenen Tage zukommt; dieſe Grade ſind gemeiniglich auf der Fläche des Horizontalkreiſes, einzeln, den ihnen zugehörigen Tagen gegenüber, angezeiget, ſo wie die Sonne in jedes himmliſches Zeichen tritt; wovon wir oben (79) Meldung gethan. Für gegenwärtige Aufgabe findet ſich, daß der erſte Grad des Stieres, dem 20ſten April zukommt. 3) Dieſen gefundenen Grad, oder den Grad der Ekliptik, wo die Sonne ſtehet, führet man unter den Mittagskreis; und ſtellet den Weiſer im Stundenringe oder Ziferblatte P, auf 12 Uhr zu Mittage (Fig. 12.); der Weiſer iſt an das Ende der Axe angeſtecket, kann nach Gefallen herumgewendet werden, und bleibt durch den Andruck in ſeiner Stellung feſte, obgleich die Kugel herumgedrehet wird; ſo wie bey der Ringkugel (Fig. 11.). Der Grund dieſes Verfahrens beſtehet darinnen, daß man allezeit 12 Uhr zu Mittage in Paris zählet, wenn der Grad der Ekliptik, in welchem die Sonne ſtehet, oder die Sonne ſelbſt im Mittagskreiſe iſt. 4) Man wendet die Kugel nach der Morgenſeite, bis der Grad für den gegebenen Tag, oder der erſte Grad des Stieres im Horizonte kommt; da zeiget der Weiſer auf dem Stundenblatte 5 Uhr an, und giebt zu erkennen, daß an dieſem Tage die Sonne um 5 Uhr aufgehet. Drehet man nun die Kugel gleichermaßen nach der Abendſeite, bis eben derſelbe Grad der Ekliptik, wo die Sonne ſich befindet, in den Horizont kommt, ſo wird man ſehen, daß der Weiſer, der mit ſeiner Axe ſich herumdrehet, auf 7 Uhr zeiget, welches zu erkennen giebt, daß an dieſem Tage die Sonne um 7 Uhr untergehen muß. Dieſe Wendung giebt auch die Anzeigung, daß die Länge des Tages 14 Stunden beträgt; denn der Weiſer durchläuft den Raum von 14 Stunden, während daß der Punkt der Ekliptik, auf welchen

die

die Stellungen gerichtet worden, von dem Morgenhorizont, bis in den Abendhorizont gegangen. Wie der Auf- und Untergang der Sterne, nach mathematiſcher Schärfe, berechnet wird, ſoll unten erkläret werden (367).

Der Grund von dieſer Auflöſung beruhet auf dem, was wir von der Eintheilung des Tages in 24 Stunden geſagt haben; weil nämlich die tägliche Bewegung, jeden Tag gleichförmig, um die Axe und die Weltpole geſchiehet, ſo iſt klar, daß der Weiſer des Stundenringes, der eben dieſer Bewegung folget, bey jeder völligen Umwendung, die 24 Stunden des Zifferblattes, durchläuft, und daß er 6 Uhr anzeiget, wenn die Kugel den vierten Theil ihrer Umdrehung erreichet hat, wie auch eben das, nach Verhältniß bey den übrigen Stunden erfolget. Wenn demnach die Kugel in die Richtung, die dem gegebenen Orte und Tage zukommt, geſtellet worden, und eine ähnliche Bewegung mit dem Himmel annimmt, ſo folget der Weiſer der Bewegung der Kugel, und zeiget folglich die Stunden des Auf- und Unterganges der Sonne.

172. Durch ein entgegengeſetztes Verfahren, kann die Breite eines Ortes gefunden werden, wenn bekannt iſt, um welche Stunde an einem beſtimmten Tage des Jahres, die Sonne daſelbſt untergehet. Wenn man den Ort der Sonne auf der Ekliptik bezeichnet, und ihn unter den Mittagskreis geſtellet hat, auch den Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr Mittags gerichtet hat, ſo wendet man die Kugel, bis der Weiſer auf die Stunde zu ſtehen kommt, von welcher man weis, daß der Untergang der Sonne geſchiehet; alsdenn wird der Pol der Kugel erhoben, bis der Punkt der Ekliptik, wo die Sonne ſtehet, im Horizont fällt, und ſo erhält

man die Polhöhe, oder die verlangte Breite des gegebenen Ortes; auf ſolche Art ſchließen wir, daß das alte Babylon, 36 Grad Breite muß gehabt haben, weil uns Ptolomäus ſagt, daß die Sonne, um die Zeit des Winterpunktes, da ihre Länge neun himmliſche Zeichen beträgt, daſelbſt um 4 Uhr 48′ untergegangen.

173. Die zween Tage des Jahres zu finden, an welchen die Sonne in einer beſtimmten Stunde aufgehet.

Es ſey die Frage auf die Tage gerichtet, da die Sonne um 5 Uhr zu Paris aufgehet; der Pol wird auf die Höhe von 49°, welche die Polhöhe von Paris iſt, geſtellet, einer von den Koluren wird unter den Mittagskreis gebracht, und der Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr Mittag gerichtet. Die Kugel muß nun gegen Morgen gewendet werden, bis der Weiſer auf 5 Uhr kommt, und man bemerket den Punkt, wo der Kolur den Horizont ſchneidet; wäre nun die Sonne in dieſem Punkte, oder hätte eine ähnliche Abweichung, ſo würde ſie um 5 Uhr aufgehen; es iſt dahero nöthig zu wiſſen, welche die Tage im Jahre ſind, da ſie eben dieſe Abweichung hat. Man führe alſo den Punkt des Kolurs, der ſich im Horizonte befand, unter den Mittagskreis, ſo wird dieſer anzeigen, daß die Abweichung von 13° eine ſolche iſt; hierauf bemerket man dieſen Punkt des Mittagskreiſes, und indem man die Kugel herumwendet, werden ſich zween Punkte der Ekliptik zeigen, welche unter eben demſelben Punkt des Mittagskreiſes durchgehen, oder 13° Abweichung haben; dieſe werden die beyden geſuchten Punkte ſeyn, da ſich denn zeigen wird, daß einer der 2te Grad des Stieres, der andre aber der 28ſte Grad des Löwens iſt;

hier-

hieraus werden die, dieſen zween Punkten zukommenden Tage, zu finden ſeyn (Art. 79), nämlich, der 21ſte April, und der 24ſte Auguſt.

174. Die Punkte des Horizontes zu finden, wo die Sonne jeden Tag aufgehet.

Wenn die Länge der Sonne, für den gegebenen Tag, auf der Ekliptik bemerket, und die künſtliche Himmelskugel auf die Polhöhe des Ortes, den die Aufgabe vorſchreibt, geſtellet worden, ſo wird der Punkt der Ekliptik in den Horizont geführet, und unterſuchet, wie weit dieſer Punkt des Horizontes, der der Sonne zukommt, von dem Punkt des wahren Morgens oder wahren Abends entfernet iſt; zu Paris würde man für den 21ſten Junius finden, daß die Punkte des Auf- und Unterganges der Sonne, von den Hauptgegenden Oſten und Weſten, 38° auf der Nordſeite, abſtehen; diejenigen aber, wo die Sonne den 21ſten December auf- und untergehet, ſind 36° ½ von eben dieſen Hauptgegenden, Oſten und Weſten, aber auf der Mittagsſeite entfernet. Es iſt demnach der Abſtand des Unterganges im Sommer, vom Untergang im Winter, 74½ Grad: dieſe Größe vermehret ſich, wenn man gegen Norden fortgehet, im Gegentheil aber vermindert ſie ſich für die mittägigen Länder, ſo daß man unter dem Aequator nicht mehr als 47° Unterſchied zwiſchen den Punkten, wo die Sonne in den beyden Sonnenſtandspunkten aufgehet, findet.

175. **Die Morgenweite** (Amplitudo ortiua) iſt der Bogen des Horizontes, zwiſchen dem Punkte, wo die Sonne aufgehet, und dem wahren Morgenpunkt; **die Abendweite** (Amplitudo occidua) iſt der Abſtand des wahren Abendpunktes, von dem, wo

die Sonne untergehet; die Art, ſie zu berechnen, wird unten gelehret werden (369).

176. Die gerade Aufſteigung der Sonne für einen beſtimmten Tag zu finden.

Vorhero muß bekannt ſeyn, welchen Ort ſie in der Ekliptik an dieſem Tage einnimmt (79), wird nun der Punkt der Ekliptik, wo die Sonne ſich befindet, unter den Mittagskreis geführet, ſo erſcheinet der Punkt des Aequators, der zu gleicher Zeit mit unter den Mittagskreis tritt: die Zahl, die dieſem Punkte des Aequators beygefüget iſt, zeiget ſeine gerade Aufſteigung an, oder den Abſtand der Sonne von der Frühlings-Nachtgleiche, von Abend gegen Morgen auf dem Aequator gezählet. Wenn alſo die Sonne den 20ſten April im erſten Grade des Stieres ſtehet, das iſt, wenn ihre Länge 30° iſt, ſo ſiehet man, daß die gerade Aufſteigung ohngefehr 28 Grad beträgt.

177. Für jede gegebene Stunde, die gerade Aufſteigung des Punktes der Ekliptik zu beſtimmen, der die Mittagshöhe erreichet.

Man ſucht für den gegebenen Tag, den Ort der Sonne in der Ekliptik (79); führet dieſen Punkt der Ekliptik unter den Mittagskreis, und ſtellet den Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr Mittag: hierauf wendet man die Kugel, bis der Weiſer auf die beſtimmte Stunde zeiget, und in dieſer Stellung wird der Punkt der Ekliptik, der nun unter dem Mittagskreiſe iſt, derjenige ſeyn, welcher die Mittagshöhe erreichet hat (punctum culminans); der im Aequator befindliche Punkt, welcher zugleich mit unter den Mittagskreis tritt, giebt die gerade Aufſteigung oder die Rectaſcenſion der Hälfte des Himmels, und zugleich diejenige,

welche

welche allen Sternen zukommt, die in dieſem Augenblicke auf der Himmelskugel längſt des Mittagskreiſes ſtehen.

178. Dieſe Art kann dienlich ſeyn, die Sterne am Himmel kennen zu lernen; wenn eine Mittagslinie gezogen worden (155), wird man ſich gegen Mittag richten, und wenn man auf der künſtlichen Himmelskugel die Sternbilder hat kennen lernen, die im Mittage ſtehen, und in welchen Höhen ſie über dem Horizont erſcheinen.

179. Die Abweichung der Sonne oder eines andern Geſtirns, kann durch Hülfe der künſtlichen Himmelskugel ebenfalls gefunden werden; wenn man das Geſtirn, davon die Rede iſt, unter den Mittagskreis führet, ſo wird die Anzahl Grade, die zwiſchen demſelben und dem Aequator befindlich ſind, und auf dem Umfange des Mittagskreiſes gezählet worden, die Abweichung dieſes Geſtirnes anzeigen; ſie wird nordlich ſeyn, wenn das Geſtirn über dem Aequator in unſern nordlichen Ländern iſt; ſüdlich aber, wenn es weniger Höhe hat als der Aequator, oder auf der Seite des Südpols iſt.

180. Wenn man nur die Abweichung der Sonne kennt, ſo kann man aus eben dem Grunde auf der künſtlichen Himmelskugel den Ort derſelben finden, den ſie in der Ekliptik einnimmt, wenn man nur von den vier Vierteln der Ekliptik, dasjenige nimmt, welches der Jahreszeit zukommt, in der man ſich befindet; wenn zum Beyſpiel den 16ten April die Höhe der Sonne 51 Grad gefunden worden, das iſt, 10° über dem Aequator, welches 10° Abweichung iſt, ſo wird man, nachdem das erſte Viertel der Ekliptik, oder das dem Frühlinge zukommt, unter den Mittagskreis

gewendet worden, den Punkt gewahr werden, der 10° vom Aequator abſtehet, und der 26ſte Grad des Witters iſt; derſelbige iſt der Ort der Sonne an dieſem Tage. Solchergeſtalt würde man den Tag, an welchem eine ähnliche Beobachtung gemacht worden, aus der beobachteten Höhe alleine, oder der Abweichung, finden können, wenn man nur dabey erführe, in welcher Jahreszeit dieſelbe geſchehen, weil es allezeit im Frühjahre und im Sommer zween Tage giebt, an welchen die Sonne einerley Abweichung hat.

181. Die Sonnenhöhe kann aus eben dem Grunde gebraucht werden, die Breite des Ortes, wo die Beobachtung angeſtellet worden, zu entdecken, wenn man nur weis, wie groß die Abweichung der Sonne an dieſem Tage geweſen. Es ſey die Sonnenhöhe, am 16ten April, 51° im Mittagskreiſe beobachtet worden, ſo findet ſich, durch den im 179ſten Artikel angezeigten Weg, die Abweichung an dieſem Tage 10° nordlich, woraus ſich ergiebt, daß die Aequatorhöhe 41°, und die Ergänzung zu 41°, oder die Polhöhe 49° geweſen (34). Wäre die Abweichung der Sonne ſüdlich, ſo würde ſie der beobachteten Höhe zugeſetzt werden müſſen, um die Aequatorhöhe zu erhalten; wir nehmen hier noch an, daß der Beobachter auf der Nordſeite des Aequators, und die Sonne gegen Mittag ſtehe, wie es beſtändig in Europa iſt. Dieſer Art bedient man ſich mit großem Nutzen in der Erdbeſchreibung und Schifffahrt.

182. Wenn der Ort der Beobachtung in ſüdlicher Breite läge, würde man von dem, was wir hier vorgeſchrieben haben, das Gegentheil thun müſſen; man würde die beobachtete Höhe und die nordliche Abweichung zuſammen nehmen müſſen, und die ſüdliche Abwei-

weichung von der beobachteten Höhe abziehen, um die Aequatorhöhe zu erhalten.

183. Befände man ſich zwiſchen den beyden Wendekreiſen, und wäre die Sonne weiter vom Aequator entfernt, als der Beobachter, ſo würde man der beobachteten Höhe Ergänzung zu 180 Grad nehmen müſſen, ehe man von ihr die Abweichung der Sonne abziehen könnte; dieſe Arten der Ausnahmen von den Regeln, welche die Himmelskugel vorſchreibt, laſſen ſich durch die bloße Betrachtung der künſtlichen Himmelskugel ſo leichte wahrnehmen, daß wir uns enthalten werden, dieſelben künftig anzuzeigen, um nicht in verdrüßliche Weitläuftigkeiten zu fallen.

184. Der Scheitelkreis (verticalis) eines Geſtirns, iſt ein größter Kreis, der vom Zenith aus, rechtwinklicht auf den Horizont zu, durch den Mittelpunkt des Geſtirns geht (10). Die Scheitelkreiſe dienen, die Höhen zu bezeichnen, weil die Höhe eines Geſtirns über den Horizont, nichts anders iſt, als der Bogen des Scheitelkreiſes, der zwiſchen dem Geſtirn und dem Horizont enthalten iſt; man gebrauchet dieſelben, auch das Azimuth zu beſtimmen, das iſt, den Bogen des Horizontes, der zwiſchen dem Mittagspunkte und dem Punkte des Horizontes, über welchen das Geſtirn rechtwinklicht ſtehet, begriffen iſt, ſo iſt ZDF (Fig. 20.) der Scheitelkreis des Sternes D, DF deſſen Höhe, und HF ſein Azimuth.

185. Man ſetzet bisweilen an die künſtlichen Himmelskugeln einen Quadranten, der mit der Kugel einerley Halbmeſſer hat, unmittelbar auf ihrer Oberfläche ruhet, im Zenith befeſtiget wird, und den Horizont berühret; ZV in der 12ten Figur ſtellt ihn vor.

Er iſt von mancherley Gebrauch, wie aus folgenden Aufgaben zu erſehen ſeyn wird. Sollte dieſer Höhenquadrante fehlen, ſo kann man ſich anſtatt deſſelben eines Zirkels und Winkelhakens bedienen; der Zirkel dient, die Zahl der Grade zu meſſen, die zur Höhe des Sternes erfordert werden; und der Winkelhaken wird gebraucht, die Füße des Cirkels an eine Fläche zu ſetzen, die ſenkrecht oder rechtwinklicht auf dem Horizonte der Kugel ſtehen muß.

186. Die Stunde zu finden, in welcher die Sonne, an einem gegebenen Tage, einen beſtimmten Grad des Azimuths haben muß.

Nachdem der Pol und der Weiſer des Stundenringes, wie bey den vorhergehenden Aufgaben (171), geſtellet worden, richtet man den Höhenquadranten auf den Grad im Horizonte, der das Azimuth anzeigt, und führet den Ort der Sonne unter dieſen Höhenquadranten; ſo wird der Weiſer die Stunde zeigen, in welcher die Sonne den gegebenen Grad des Azimuths hat. Es ſey zum Beyſpiel, den 23ſten April, der Stand der Sonne im 3ten Grad des Stieres; man verlangt zu wiſſen, in welcher Stunde die Sonne 75° des Azimuths haben wird? da wird ſich 8 Uhr Vormittag finden. Auf der Abendſeite wird die Sonne, um 6 Uhr 36 Min. nach Mittag, in eben dieſes Scheitelkreiſes weſtlichen Theil eintreten, welcher vom Horizonte 75° abſchneidet, vom Mittagskreiſe, wo er durch den Nordpunkt gehet, angerechnet; alsdenn aber ſagt man, daß ihr Azimuth 105° ſey, vom Mittagspunkte des Horizontes gezählet.

187. Das Azimuth kann auch gebraucht werden, die Stunde eines gegebenen Tages zu beſtimmen, in welcher

welcher die Sonne eine Mauer, anfangen oder aufhören wird zu beſcheinen; wenn man den Winkel weis, den die Mauer mit der Mittagslinie macht, welchen man die Abweichung der Fläche nennt, die hier ſenkrecht angenommen wird. Wenn die Mauer 75° Abweichung von Mittag nach Morgen hat, ſo kommt es darauf an, nach voriger Aufgabe, die Stunde zu beſtimmen, in welcher die Sonne, an dem gegebenen Tage, 75° Azimuth auf der Morgenſeite hat, und in welcher Stunde ſie 105° Azimuth auf der Abendſeite haben wird; dieſe werden die Stunden ſeyn, in welchen die nach Mittag ſtehende Fläche der Mauer, die Sonnenſtralen erhalten, und verlieren wird; dadurch hat man alſo die erſte und letzte Stunde, die auf einer Sonnenuhr ſtatt finden können, wenn die Fläche derſelben 75 Grad Abweichung von Mittag gegen Morgen hat.

188. Die Sterne, welche auf den künſtlichen Himmelskugeln, ihre verhältnißmäßigen Stellungen erhalten haben, ſind vermittelſt der Mittagshöhen, und der Stunde, da man ſie durch den Mittagskreis gehen ſahe, dahin gebracht worden, wovon wir ſchon im 88ſten und 92ſten Artikel Nachricht ertheilet haben, und im 231ſten Artikel umſtändlicher handeln werden.

189. Wenn man die künſtliche Himmelskugel herumwendet, wird man die Sterne bemerken können, die durch eines beſtimmten Ortes Zenith gehen; ſie ſind diejenigen, deren Abweichung der geographiſchen Breite des Ortes gleich iſt, für welchen die Kugel geſtellet worden; denn wenn ein Stern 49° Abweichung hat, muß er, weil das Zenith von Paris auch 49° vom Aequator abſtehet, ſich in dem Augenblick, da er durch den Mittagskreis gehet, im Zenith befinden.

190. Aus eben dem Grunde laſſen ſich die Sterne angeben, die in Paris niemals untergehen; ſie ſind nämlich diejenigen, deren Entfernung vom Pol weniger beträgt, als des Pols Abſtand vom Horizonte; ſo ſind es in Paris diejenigen, die unter 49° Abſtand vom Pol haben, oder die mehr als 41° Abweichung haben; dergleichen ſind die beyden Bäre, der Drache, Cepheus, Andromeda, Perſeus, die Ziege, wovon wir bald mehr ſagen werden.

Man kann gleichfalls die Sterne auf der künſtlichen Himmelskugel angeben, die gegen Mittag mehr als 41° ſüdliche Abweichung, oder weniger als 49° Abſtand vom Südpol haben, und wahrnehmen, daß dieſe in Paris nicht zu ſehen ſind, und niemals daſelbſt aufgehen.

191. Der Höhenquadrant, ZV (Fig. 12.) kann auch gebraucht werden, den Ort eines Planeten anzuzeigen, wenn man ſeine Länge und Breite aus den Ephemeriden (200) kennt: zu dieſer Abſicht führt man den Pol der Ekliptik unter den Mittagskreis, und ſchraubet den Höhenquadranten an dem Orte des Mittagskreiſes an, unter welchen der Pol der Ekliptik liegt; ſo ſtellt er nun einen Breitenkreis vor, weil er rechtwinklicht auf der Ekliptik ſtehet; man wendet dieſen Höhenquadranten um den Pol der Ekliptik, bis er den Punkt der Ekliptik trifft, von welchen man weis, daß er der Länge des Planeten zukommt; und bezeichnet auf der Länge dieſes Breitenkreiſes, den Punkt, welcher von der Ekliptik eben ſo weit abſtehet, als die Breite des Planeten beträgt; dieſer Punkt iſt der wahre Ort des Planeten auf der Himmelskugel.

Wenn man die Länge und Breite eines Sternes, der ſchon auf der Himmelskugel gezeichnet iſt, wiſſen will,

will, ſo wendet man den Breitenkreis um den Pol der Ekliptik, bis er den Stern trifft; alsdenn wird der Ort, wo die Ekliptik von ihm durchſchnitten wird, die Länge des Sternes ſeyn, oder der Ort, den ihm die Ekliptik anweiſet; nun zählet man auch die Grade auf dem beweglichen Breitenkreiſe, die zwiſchen dem Punkt der Ekliptik und dem Sterne enthalten ſind, ſo geben dieſe die Breite des Sternes.

192. Die Höhe eines Geſtirnes, für eine gegebene Zeit zu finden.

Auf der Himmelskugel bemerket man den Ort der Sonne für den gegebenen Tag (171), und den Ort des Geſtirnes, deſſen Höhe verlangt wird (191); den Ort der Sonne führet man unter den Mittagskreis, und ſtellet den Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr Mittag; nun wendet man die Kugel, bis der Weiſer auf dem Ziferblatte die Stunde trifft, für welche die Höhe gefunden werden ſoll; alsdenn richtet man den Höhenquadranten (185) auf den Ort, wo das Geſtirn bezeichnet iſt, ſo wird man wahrnehmen, mit welchem Grade des Höhenquadrantens derſelbe übereinkommt, und ſolchergeſtalt ſeine Höhe haben.

193. Weil der Stundenring auf den Himmelskugeln gemeiniglich ſehr klein iſt, und keine genaue Auflöſung dieſer Aufgabe geben würde, ſo kann folgende Art lehren, wie man denſelben entbehren kann. Die gegebene Stunde wird in Grade verwandelt, um zu wiſſen, wie weit die Sonne vom Mittagskreiſe entfernt ſey; zum Beyſpiel ſey 9 Uhr Vormittag, ſo werden noch drey Stunden erfordert, bis die Sonne in den Mittagskreis kommt; dieſe drey Stunden betragen 45° des Aequators, weil ſie der achte Theil von 24

Stun-

Stunden ſind, ſo wie die 45° der achte Theil vom Kreiſe ſind. Nun unterſucht man, welcher Punkt des Aequators mit der Sonne zugleich im Mittagskreiſe geſtanden, und führt dieſen Punkt 45° vom Mittagskreiſe ab, gegen Morgen, weil es Vormittag iſt, indem die 45° längſt des Aequators gezählet werden; die Himmelskugel wird alsdenn in dieſer Stellung feſtgehalten, und der Ort des Geſtirnes bemerket, auf welchen endlich der Höhenquadrant gerichtet wird, wo man den Grad der Höhe wahrnehmen wird, der dem Geſtirne zukommt.

Die Sternkündiger ſelbſt bedienen ſich bisweilen einer Himmelskugel, um auf eine beſtimmte Zeit die Höhen der Geſtirne zu erkennen, wenn keine große Genauigkeit erforderlich iſt; wenn zum Beyſpiel nur die Abſicht iſt, einen Stern am hellen Tage, durch Hülfe ſeiner Höhe aufzuſuchen, oder den kleinen Zuwachs zu erfahren, den die Stralenbrechung bey dem beobachteten Abſtande zweener Sterne hat veranlaſſen können: man kann ſich auch derſelben mit Bequemlichkeit bedienen, um die Stellung der Sterne in lange verfloſſenen Zeiten zu unterſuchen, wenn in alten Poeten Ausdrücke vorkommen, die ohne dieſe Beyhülfe ſchwer zu verſtehen ſind.

194. Auf eben dieſe Art kann man finden, in welcher Stunde ein Geſtirn eine gegebene Höhe haben wird, wenn man den Ort des Geſtirnes unter den Grad des Höhenquadrantens führet, und beſiehet, welche Stunde der Weiſer zeigt, der vorhero auf 12 Uhr geſtellet worden, da der Ort der Sonne im Mittagskreiſe war. Eben dieſes Mittels bedienet man ſich, den Anfang und Ende der Dämmerung zu finden (108), weil hierzu nur nöthig iſt, die Stunde zu beſtim-

beſtimmen, in welcher die Sonne 18 Grad unter dem Horizonte iſt, es ſey vor ihrem Aufgange, oder nach ihrem Untergange (753).

195. Durch eine Himmelskugel kann man auch die Stunde ſagen, die es nach der Sonne iſt, und zwar auf zweyerley Art: 1) durch die Sonnenhöhe. Ich ſetze hier voraus, daß man einen Quadranten (25) gegen die Sonne gerichtet, und ihre Höhe gemeſſen habe, oder daß man ſich hierzu eines Zeigers (72) bedienet, und den Schatten gemeſſen habe: kennt man ſolchergeſtalt die Sonnenhöhe, ſo ſtellt man den Punkt der Ekliptik, den die Sonne an dieſem Tage einnimmt, auf der Himmelskugel in eben dieſe Höhe über den Horizont, und der Weiſer des Stundenringes, der ſchon vorhero auf 12 Uhr, wie in vorhergehender Aufgabe (192) geſtellet worden, wird die Stunde zeigen.

Die zwote Art, die Stunde des Tages zu finden, erfordert nur eine genaue Betrachtung des Schattens, den die Kugel giebt; wenn dieſe nach den Weltgegenden geſtellet worden, oder ſo geſetzet iſt, daß ihr Mittagskreis auf der Mittagslinie ſtehet (156. 227), und völlig von der Sonne beſchienen wird; ſo wird die eine Hälfte derſelben erleuchtet, die andre aber dunkel ſeyn; wenn nun die Punkte des Aequators, wo die helle Halbkugel an die dunkle anſchließet, in den Horizont ſelbſt fallen, ſo giebt das die Anzeigung vom Mittage; ſind ſie aber 15 Grad längſt des Aequators entfernet, ſo zeiget das 1 Uhr an; und 30° zeigen 2 Uhr und ſo fort; in dieſem Falle nehme ich die Sonne in Abend geſtellet an, oder daß der erleuchtete Theil ſich von dem Punkte des Aequators entfernet, der nach Morgen liegt; ſonſt würde es 11 Uhr Vormittag, 10 Uhr und ſo fort, anzeigen.

196. Die

196. Die Stunde des Durchganges eines Sternes durch den Mittagskreis zu finden.

1) Man bemerket auf der Himmelskugel den Ort der Sonne, und den Ort des Sternes. 2) Die Sonne wird unter den Mittagskreis geführet, und der Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr geſtellet. 3) Nun führet man den Ort des Sternes unter den Mittagskreis, ſo wird der Weiſer die Stunde zeigen, in welcher der Stern durch den Mittagskreis gehet.

Wenn anſtatt des Sternes der Aequinoctialpunkt unter den Mittagskreis geführet wird, ſo erhält man dasjenige, was die Aſtronomen die Stunde des Durchganges des Aequinoctialpunktes durch den Mittagskreis nennen, wovon unten eine Tafel folgen ſoll (231).

197. Bey dieſer und den folgenden Aufgaben läßt ſich eine viel größere Genauigkeit erhalten, als durch den kleinen Stundenring geſchehen kann, denn auf ihm iſt kaum ein Viertheil von einer Stunde deutlich zu ſehen; hingegen auf einer Himmelskugel, die 9 Zolle im Durchmeſſer hat, läßt ſich die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis, und der Aufgang eines Sternes, bis auf 4 Minuten beſtimmen. Um den Durchgang zu finden, muß man den Punkt des Aequators, welcher der im Mittagskreiſe befindlichen Sonne zukömmt, und hiernächſt den Punkt des Aequators, der dem im Mittagskreiſe ſtehenden Sterne zukömmt, wohl bemerken; der Unterſchied oder Abſtand beyder Punkte muß genau gezählet werden, er iſt der Unterſchied der geraden Aufſteigungen der Sonne und des Sternes; ſo erhält man eine Anzahl Grade, welche in Zeit verwandelt, durch die Verhältniß von 4 Min. Zeit, für jeden Grad, oder einer Stunde für 15°, die

Zeit

Zeit anzeigen; wenn der Durchgang des Nachmittages geſchiehet: oder man wird dadurch erfahren, wie viel Zeit noch erfordert wird, bis es Mittag wird, wenn der Stern des Morgens durchgehet, das iſt, wenn man ſiehet, daß die Sonne nach dem Sterne in den Mittagskreis tritt, wobey man allezeit die Kugel von Morgen gegen Abend wendet.

198. Den Tag zu finden, an welchem ein Stern zu einer beſtimmten Stunde aufgehet.

Nachdem der Pol in die Erhöhung geſtellet worden, als der Ort erfordert, und der Stern in den Morgenhorizont geführet worden, richtet man den Weiſer auf die gegebene Stunde, und gegen Morgen, wenn es eine Morgenſtunde iſt; hierauf wird die Himmelskugel gewendet, bis der Weiſer 12 Uhr Mittag im Stundenringe zeigt, ſo läßt ſich wahrnehmen, welches der Ort der Ekliptik iſt, der im Mittagskreiſe ſteht; daraus wird man erſehen, an welchem Tage die Sonne auf dieſem Punkte der Ekliptik ſtehet; und dieſer wird derſelbe Tag ſeyn, an welchem der Stern zu der beſtimmten Stunde aufgehen wird. Zum Beyſpiel ſey angenommen, daß Sirius um 7 Uhr Abends zu Paris aufgehe, ſo findet ſich die Sonne im 11ten Grad des Steinbocks, dieſer kommt dem erſten Jenner zu, und an demſelben Tage geht Sirius um 7 Uhr Abends auf.

199. Auf eben dieſe Art kann man finden, zu welcher Stunde die Sonne aufgehet, wenn man ihren Ort für einen gegebenen Tag weis; wenn der Weiſer auf 12 Uhr geſtellet worden, da der Ort der Sonne im Mittagskreiſe war; ſo führet man den Stern auf der Morgenſeite im Horizont, und der Weiſer wird die Stunde anzeigen, die es iſt.

200. Der

200. Der Auf- und Untergang der Sterne, oder der Planeten, läßt ſich auf der Himmelskugel ohne Beyhülfe des Stundenringes finden, wenn man erſtlich den Ort der Sonne unter den Mittagskreis führet, hernach den Ort des Sternes, in den Morgenhorizont, oder in den Abendhorizont bringet, um den Punkt des Aequators zu finden, der alsdenn durch den Mittagskreis geht.

Exempel. Den 13ten October 1764 verlangt man vermittelſt der Himmelskugel, und viel genauer als mit Beyhülfe des Stundenringes, zu wiſſen, in welcher Stunde Saturn durch den Mittagskreis gehen, und in welcher er untergehen wird: man bemerket auf der Himmelskugel den Ort der Sonne, der 20 Grad der Waage iſt, nach der Herbſt-Nachtgleiche; dieſen Ort der Sonne führet man unter den Mittagskreis, und bemerket den Punkt des Aequators, der jenem zukommt. Man bezeichnet auch auf der Himmelskugel den Ort, wo Saturn ſteht, den die Beobachtung, die aſtronomiſchen Tafeln, oder die Ephemerides angeben, oder man ſucht ihn in dem Buch auf: Connoiſſance des Temps, das die Akademie der Wiſſenſchaften ſeit 1679 alle Jahre zum Nutzen der Sternkündiger und Seefahrer herausgiebt *); ſo findet ſich der Ort des Saturns 50° von der Frühlings-Nachtgleiche, und $2\frac{1}{2}$ Grad von der Ekliptik nach Süden; dieſen Punkt des Himmels führet man unter den Mittagskreis, und bemerket auf der Himmelskugel den Punkt des Aequators, der jenem zukommt; der Abſtand dieſer zween Punkte

*) Ich habe von 1760 bis 1774 mit einbegriffen, 15 Bände herausgegeben. Der 7te Band der Ephemeriden der Akademie iſt unter der Preſſe, und geht von 1775 bis 1784.

Punkte des Aequators von einander, davon einer der Sonne, der andre dem Planeten zugehöret, findet ſich 150°, dieſe machen 10 Stunden, da 15° eine Stunde geben; und weil Saturn alsdenn eher als die Sonne in den Mittagskreis tritt, wie man durch Umwendung der Himmelskugel gegen Abend erſehen kann, ſo folgt, daß es 2 Uhr des Morgens geweſen, da Saturn durch den Mittagskreis gegangen, weil noch 10 Stunden nöthig waren, bis die Sonne auch dahin gelangte.

Wird nun hernach Saturn in den Horizont auf der Morgenſeite geführet, ſo iſt der Punkt des Aequators zu bemerken, der in dieſem Augenblicke durch den Mittagskreis geht, und man wird wahrnehmen, daß er von dem der Sonne zukommenden Punkte, ohngefehr 100° abſtehet, indem von beyden der Punkt der Sonne am weiteſten gegen Abend iſt; hieraus erhellet, daß die Stunde, da Saturn aufgehet, 6 Uhr 40 Min. Abends iſt; denn 90° geben 6 Stunden und 10° geben 40 Min. Zeit.

201. Dieſer Gebrauch gründet ſich darauf, daß die Bogen des Aequators das natürlichſte Maaß der Zeit abgeben: wenn die Sonne vom Mittagskreiſe 15° entfernt iſt, beträgt das eine Stunde; und wenn ſie 100° davon weg iſt, ſind es 6 Stunden 40′; weil die tägliche Bewegung im Aequator gleichförmig geſchiehet, es gehet in jeder Stunde ordentlich der 24ſte Theil des ganzen Umfanges des Aequators durch den Mittagskreis: ſolchergeſtalt iſt auch die wahre Zeit, oder die wahre Stunde in dem genaueſten und ſchärfeſten Verſtande der Sternkunſt, nichts anders, als der Bogen des Aequators, der zwiſchen dem Mittagskreiſe und dem Abweichungskreiſe, der durch die Sonne geht, enthalten iſt, in Zeit verwandelt, da 15° eine

Stunde geben. In der Folge wird ſich zeigen, daß man anſtatt dieſes Bogens des Aequators ſehr oft den Winkel am Pol nimmt, der durch dieſen Bogen gemeſſen wird, und ihn den Stundenwinkel nennt (366); und dieſen Stundenwinkel ſtatt der Stunde ſelbſt, oder anſtatt einer Stunde, ſetzt man 15°, für zwey Stunden 30° u. ſ. f.

202. Wenn die tägliche Bewegung, die in 24 Stunden vollbracht wird, durch welche 360° der Himmelskugel durch den Mittagskreis gehen, in 24 gleiche Theile getheilet wird; ſo kommt auf jeden eine Stunde, und jeder enthält 15°; denn 15° ſind der 24ſte Theil von 360; fährt man mit dieſer Theilung fort, ſo kann man gleichfalls die Theile der Zeit finden, die den Theilen des Kreiſes zukommen; ein Grad giebt 4 Min. Zeit; eine Minute des Bogens, giebt 4 Secunden Zeit. Auf ſolche Art findet man die Längen zur See, vermittelſt der Stunde, die an dem Orte iſt, wo ſich das Schiff befindet, und der Stunde, die an dem Orte ihrer Abfahrt iſt (54): ich ſetze hierbey voraus, daß man eine von denen Seeuhren habe, die in zween Monaten der Seereiſe, nicht zwo Minuten Veränderung machen *); wird dieſe auf die Stunde geſtellet bey Abfahrt aus dem Hafen, ſo zeigt ſie alle Tage diejenige Zeit an, die in demſelben Hafen iſt; durch die Sonne erfährt man die Zeit, die an dem Orte des Schiffes iſt; wäre nun der Unterſchied 6 Stunden, ſo iſt man verſichert, 90° von dem Mittags-

*) Harriſon in England, Berthoud und le Roy in Frankreich haben ſchon ſolche Uhren verfertiget, die auf der See mit dem größten Erfolg ſind verſuchet worden, die auch am Ende einer zweymonatlichen Seereiſe, die Länge faſt auf einen halben Grad angeben.

tagskreiſe entfernt zu ſeyn, wo man abreiſete, und wo die Uhr, zu Beſtimmung der Längen, auf die Zeit geſtellet worden.

203. Die Sterne, welche um den Pol ſtehen, treffen bey ihrem täglichen Umlauf, einander oft in einerley Scheitelkreiſe; hieraus entſtehet eine Aufgabe von nützlichem Gebrauche, nämlich die Zeit zu beſtimmen, wenn ſie ſolchergeſtalt, einer über den andern ſtehen müſſen; denn wenn man ihren Durchgang beobachtet, ſo erhält man daraus ein Mittel, die Stunden anzugeben: dieſe Aufgabe findet auch bey andern merkwürdigen Sternen ſtatt, ob ſie gleich vom Pole weit entfernt ſind, dergleichen ſind Arktur, und die Kornähre der Jungfer. Um die Zeit zu finden, in welcher dieſer Durchgang erfolget, ſtellt man die Himmelskugel auf die Polhöhe des Ortes, und wendet ſie um ihre Axe, bis die zweene vorgemeldete Sterne in den Höhenquadranten kommen, den ich bey der Himmelskugel angebracht zu ſeyn, vorausſetze, ſo zeigt der Weiſer des Stundenringes, die geſuchte Stunde, wenn er, wie allezeit hier angenommen wird, auf 12 Uhr geſtellet worden, da die Sonne ihren Ort im Mittagskreiſe einnahm.

204. Wenn man genauer verfahren will, ſo führet man den Ort der Sonne unter den Mittagskreis, und unterſuchet auf dem Aequator, wie viel ſeine gerade Aufſteigung beträgt; die beyden Sterne richtet man unter einen Scheitelkreis, und bemerket die gerade Aufſteigung der Hälfte des Himmels oder des Punktes im Aequator, der ſich im Mittagskreiſe befinden wird; der Unterſchied beyder geraden Aufſteigungen, in Zeit verwandelt, da eine Stunde 15 Grad, und 4 Minuten einen Grad geben, giebt die geſuchte Stunde.

Aus dieſem Grunde läßt ſich eine Zeichnung entwerfen, durch welche man die Stunden der Nacht wiſſen kann, dergleichen für Paris, viele Jahre hindurch in der Connoiſſance des Temps zu finden geweſen. Die anſehnlichſten Sterne um den Pol ſind darauf gezeichnet, und wie viel man jedem Sterne Zeit hinzuthun muß, vom Durchgange durch den Aequinoctialpunkt, um dadurch die Stunde zu erfahren, die in dem Augenblick iſt, da der Stern ſenkrecht unter dem Polarſtern ſtehet; zum Beyſpiel: der letzte Stern im Schwanze des großen Bäres, der η heißt in der erſten Figur, ſtünde ſenkrecht unter dem Polarſterne, ſo iſt 1 Stunde und 33′ verfloſſen, da der Aequinoctialpunkt durch den Mittagskreis gegangen (196).

205. Den Tag zu beſtimmen, an welchen ein Stern Abends nach Untergang der Sonne unſichtbar zu werden anfängt. Oder den Tag, da er heliace untergeht.

Die Alten haben ſchon bemerket, daß ein Stern von der erſten Größe, als Sirius oder der große Hundsſtern im Abendhorizonte geſehen werden kann, wenn nur die Sonne 10 bis 12 Grad unter dem Horizonte iſt; man darf dahero nur den Stern auf der Abendſeite in den Horizont führen, und unterſuchen, welches der Punkt der Ekliptik iſt, der 10° ſenkrecht unter dem Horizonte ſteht; wenn dieſer Punkt der Ekliptik bekannt iſt, ſo kann man den Tag finden, an welchem die Sonne daſelbſt war (79), und dieſer wird der Tag ſeyn, an welchen der Stern heliace untergehet, oder unſichtbar wird; weil die Sonne den folgenden Tag noch näher zu ihm kommt, ſo wird er von dem Lichte der Dämmerung und den Stralen der Sonne umgeben, und unſerm Geſichte entzogen.

206. Man

206. Man verlange zum Beyſpiel den Tag zu wiſſen, an welchem ſich Sirius unter der Breite von Paris im Jahr 1750 unter die Sonnenſtralen verbergen wird; ſo wird die Himmelskugel auf 49° Polhöhe geſtellet, der Stern in den Abendhorizont geführet, und der Höhenquadrant ſo gerichtet, daß er die Ekliptik 10° unter dem Horizonte durchſchneidet, da wird ſich finden, daß der Punkt der Ekliptik, welcher 10° tief ſtehet, oder den 10ten Grad des Höhenquadranten trifft, der 19te Grad des Stieres iſt; in dieſem Grade befindet ſich die Sonne den 5ten May: hieraus wird man erſehen, daß Sirius den 5ten May zu Paris, wegen Annäherung der Sonne, unſichtbar zu werden anfängt.

207. Auf gleiche Art wird man den Tag beſtimmen können, an welchem der Stern des Morgens vor Aufgang der Sonne wieder ſichtbar werden, oder heliace aufgehen wird. Hierzu iſt nöthig, den Stern in den Morgenhorizont zu führen, und den Punkt der Ekliptik zu unterſuchen, der 10° tief unter dem Horizonte, längſt des Höhenquadrantens liegt; der Tag, an welchem die Sonne dieſen Punkt der Ekliptik einnehmen wird, wird der Tag ſeyn, da er aus den Sonnenſtralen wiederum hervortreten, oder heliace aufgehen wird. Von dergleichen Arten der Erſcheinungen, machte man ehemals großen Gebrauch; die Himmelskugel aber kann in vielen Fällen alleine hinreichend ſeyn, wenn es zumal nur darauf ankömmt, alte Schriftſteller zu verſtehen. Durch dieſen leichten Weg kann man Stellen derſelben erklären, die ohne Beyhülfe der Himmelskugel nicht würden verſtanden werden können.

208. Das cyniſche Jahr der Egyptier nahm ſeinen Anfang, wenn Sirius heliace aufgieng; ihr bürgerliches Jahr aber, das immer aus 365 Tagen beſtund, konnte nicht mit dem Sonnenjahre übereinſtimmen, und alle vier Jahre mußte Sirius im bürgerlichen Jahre einen Tag ſpäter heliace aufgehen. Nach einem Umlauf von 1460 Jahren, den Cenſorinus das große Jahr der Egyptier nennt, fieng das Sonnenjahr wiederum in einerley Zeitpunkte mit dem bürgerlichen an; ſo fand ſich, daß 1322 Jahr vor Chriſti Geburt und 138 Jahr darnach, dieſer Aufgang des Sirius, am erſten Tage des Monats Thoth, oder den erſten Tag des bürgerlichen Jahres geſchahe, welcher mit dem 20ſten Julius übereinkommt; das iſt die Periode des Hundsſternes, oder die ſothiakiſche von 1460 Jahren, von welcher einige alte Schriftſteller Nachrichten hinterlaſſen haben. Dieſe 1460 Jahre waren wirklich nur 1425 Egyptiſche Jahre, die Alten aber hatten hierinnen keine genauen Beſtimmungen.

209. Wenn man für das Jahr 138, mit welchem die ſothiakiſche Periode anfängt, dieſen Aufgang des Hundsſternes berechnet, ſo findet ſich die Länge der Sonne drey Zeichen 24° am erſten Tage, da derſelbe des Morgens im Horizonte erſchien, und von der Sonne ſo weit entfernt war, daß ihn ihr Glanz nicht mehr verdunkeln konnte. Dieſe Länge hat die Sonne jetzo den 16ten Julius. Man findet dieſe Länge $12\frac{1}{4}$ Grad geringer, wenn man 1460 Jahre zurück, oder bis zum Anfange vorerwähnter Periode geht.

210. Obgleich dieſer Aufgang der Sterne aus den Sonnenſtralen, der merkwürdigſte bey den Alten war, ſo hatten ſie doch noch verſchiedene andre Arten des Auf- und Unterganges; (man ſehe Gemini Elementa)

Die

Die Neuern haben zur Nachahmung eingeführet, einen Unterſchied zu machen, zwiſchen dem Aufgange eines Sternes bey Aufgange der Sonne, oder da er der Welt (cosmice) aufgehet; und dem Untergange deſſelben bey Aufgang der Sonne, da er der Welt untergeht; desgleichen zwiſchen dem Auf- und Untergange zu Anfange der Nacht (ortus vel occaſus acronyctus), wenn ein Stern beym Untergange der Sonne auf- oder untergeht. Der Zeitpunkt, da die Sonne aufgehet, giebt die Vorſchrift, wenn ein Stern der Welt auf- oder untergeht: wenn die Sterne entweder mit der Sonne zugleich aufgehen, oder bey ihrem Aufgange untergehen, ſo ſagt man, daß ſie cosmice auf- oder untergehen; wenn aber die Sterne ihren Auf- oder Untergang haben, in dem Zeitpunkte, da die Sonne untergehet, ſo ſagt man, daß ſie acronycte auf- oder untergehen, woraus die Folge kommt, daß der Untergang zu Anfange der Nacht 12 bis 15 Tage auf den Untergang heliace folgt, wenigſtens bey den Sternen, die nahe an der Ekliptik ſtehen; und daß der Aufgang cosmice etliche Tage eher geſchiehet, als der Aufgang heliace.

211. Von dieſen Arten des Aufganges finden ſich Beyſpiele in den lateiniſchen Poeten, beſonders in Ovids Faſtis. Er ſpricht, zum Beyſpiel, beym 9ten Januar, daß das Sternbild, der Delphin, heliace aufgehe.

> Interea Delphin clarum ſuper aequora ſidus
> Tollitur et patriis exerit ora vadis. I. 457.

Das Sternbild des Delphins gieng zu dieſer Jahreszeit gegen 6 Uhr Morgens auf, oder lange zuvor, ehe die Sonne kam, um des Morgens beobachtet

werden zu können; und das war ohngefehr der Anfang ſeiner Erſcheinung, oder ſein Aufgang aus den Sonnenſtralen. Hingegen ſetzt er den 10ten Junius den Aufgang zu Anfange der Nacht, wenn er ſagt:

Nauita puppe ſedens, Delphina videbimus inquit
Humida cum pulſa nox erit orta die. VI. 470.

212. Der Untergang cosmice ſcheint für den erſten April des Morgens angezeigt zu ſeyn:

Dum loquor, elatae metuendus acumine caudae
Scorpios, in virides praecipitatur aquas. IV. 163.

Unterdeſſen findet ſich durch die Rechnung, für den Stern Antares, zu Zeiten Cäſars, der 15te April; aber bey den lateiniſchen Schriftſtellern herrſcht eine große Verſchiedenheit in dieſen Arten der Rechnungen, die ſie oft aus verſchiedenen Jahrhunderten und andern Ländern entlehnten.

213. Wenn man für die Planeten eben ſolche Unterſuchungen anſtellen will, als wir in allen vorhergehenden Aufgaben für die Fixſterne gethan, ſo iſt vorauszuſetzen, daß man aus den Ephemeriden, oder der Connoiſſance des Temps (200), die Länge und Breite des Planeten wiſſe, und daß man auf der Himmelskugel den ihm zukommenden Standpunkt bezeichnet habe, ſo wird man nunmehro für den Planeten alles das thun müſſen, was nach unſrer Anweiſung für die Fixſterne geſchehen.

Von der künſtlichen Erdkugel und ihrem Gebrauch.

214. Die künſtliche Erdkugel iſt gemacht worden, die Erde mit ihren Städten, Ländern und Meeren vorzu-

vorzuſtellen. Durch Hülfe dieſer Erdkugel werden verſchiedene Aufgaben, die ſich auf die Erde beziehen, eben ſo aufgelöſet, wie es für die Sterne, nach Anweiſung vorhergehender Artikel geſchehen.

Wenn eine Erdkugel herumgedrehet wird, ſo kommt jeder Ort, als Paris, unter den feſtgeſtellten allgemeinen Mittagskreis, der von Meſſing oder Pappe ſeyn kann, und die Kugel umſchließt, auch die Pfannen enthält, in welchen die Axe gehet; dieſer Mittagskreis iſt alsdenn für Paris geſtellet, und gilt für alle Oerter, die mit Paris in eben dem Augenblick Mittag oder Mitternacht haben; Mittag, wenn die Sonne daſelbſt erhaben iſt, Mitternacht, wenn ſie unten iſt; iſt es aber ein Land, wo die Sonne nicht untergehet, ſo kann man die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis, unterhalb des Pols, Mitternacht nennen. Es ſind auch nur die beyden Pole, in welchen weder Mittag noch Mitternacht ſtatt findet, daſelbſt laſſen ſich nicht Stunden angeben, ſondern nur Monate und Jahre.

215. Durch die künſtliche Erdkugel läßt ſich auch beſtimmen, um welche Stunde es in jedem Lande iſt, wenn man nur die Zeit zu Paris weis; es ſey zum Beyſpiel 9 Uhr Vormittag in Paris, ſo wird erſtlich Paris unter den Mittagskreis geführet, und der Weiſer des Stundenringes zugleich auf 9 Uhr des Morgens geſtellet, das iſt, auf der Oſtſeite; um ſich auch hierbey nicht zu irren, iſt es gut, wenn auf den Stundenring Morgen und Abend beygeſchrieben worden, wie auf dem Horizont allezeit angezeigt wird; hernach wird die Erdkugel gedrehet, bis der Ort, für welchen die Zeit geſucht wird, zum Beyſpiel Jeruſalem, unter den Mittagskreis kommt; nun ſiehet man nach, auf

welche Stunde der Weiſer im Stundenringe zeigt, da findet ſich $11\frac{1}{4}$ Uhr, das giebt die Anzeigung, daß es 11 Uhr und $\frac{1}{4}$ in Jeruſalem iſt, wenn es in Paris um 9 Uhr iſt.

Alle Städte Aſiens zählen ebenfalls mehr als Paris, da die gegen Abend liegenden, als die Städte in Amerika, weniger zählen als Paris; wenn es demnach Mittag zu Paris iſt, ſo iſt es in Mexico erſt 5 Uhr 16 Min. Vormittag, das ſind 6 Stunden 44′ weniger, als in Paris; in Pekin aber iſt es ſchon 7 Uhr 36′ Nachmittag.

216. Die Breite eines Ortes auf der Erdkugel zu finden, darf man denſelben nur unter den Mittagskreis ſtellen, ſo zeigt ſich auf ihm der geſuchte Grad der Breite. Die Länge des Ortes, zeigt der Punkt des Aequators an, der zugleich mit dem Orte unter den Mittagskreis tritt.

217. Wenn die Breite eines Ortes auf der Erde bekannt iſt, muß die Erdkugel auf die Höhe geſtellet werden, die ihr zukommt, das iſt, der Pol muß über den Horizont ſo viele Grade erhoben werden, als die Breite enthält, zum Beyſpiel 49° für Paris; dieſes geſchiehet vermittelſt der Grade, die auf dem Mittagskreiſe angezeigt ſind, vom Pol angerechnet, bis zum Aequator. Wenn der Ort, auf welchen die Unterſuchung gerichtet iſt, auf der ſüdlichen Halbkugel liegt, ſo muß der Südpol über den Horizont erhoben werden.

218. Wenn man die Erdkugel völlig herumdrehet, und alle Oerter bemerket, die nach und nach unter den Punkt des Mittagskreiſes kommen, der mit 49° bezeichnet iſt, und die Breite von Paris anzeigt, ſo findet man alle Oerter des Erdbodens, die mit Paris einerley Breite, und folglich einerley Witterung haben;

hält

hält man bey der Herumdrehung einen Bleyſtift feſte auf dieſen Punkt, ſo zeichnet er auf der Erdkugel den Parallelkreis von Paris, der alle Punkte enthält, die man bey gegenwärtiger Unterſuchung verlangt.

219. Um die Oerter auf dem Erdboden zu finden, welche die Sonne in ihrem Zenith haben können, und die Tage zu erfahren, wenn dieſes geſchehen muß, darf man nur erwägen, daß alle Länder, die weniger als $23\frac{1}{2}$ Grad Breite haben, die Sonne zweymal im Jahre im Scheitelpunkte ſehen; wählt man nun einen Ort nach Belieben, und unterſucht ſeine Breite, indem man ihn unter den Mittagskreis führet, ſo darf man nur die Erdkugel herumdrehen, und die zweene Punkte der Ekliptik, die an eben dem Orte durch den Mittagskreis gehen, bemerken; ſo ſind die Tage, an welchem die Sonne in einem von dieſen Punkten ſtehet, diejenigen, wo ſie zu Mittage im Zenith ſtehet; einer von dieſen beyden Tagen fällt vor dem Sommerſtillſtande, der andre nach demſelben; indem die Abweichung der Sonne, an dieſen beyden Tagen, der geographiſchen Breite des Ortes gleich iſt, auf welchen die Unterſuchung gehet.

220. Solchergeſtalt können für jeden Tag des Jahres, die Oerter gefunden werden, wo die Sonne im Scheitel ſtehet; denn wenn man den Punkt der Ekliptik, auf welchem die Sonne denſelben Tag iſt, unter den Mittagskreis führet, ſo wird man ihre Abweichung erſehen; und alle Oerter, die ſo viel Breite haben, als dieſe Abweichung beträgt, haben die Sonne an dieſem Tage im Scheitelpunkte; und alle Punkte des Erdbodens, die unter den Punkt des Mittagskreiſes, der mit dem Orte der Sonne übereinkommt, bey der Umdrehung zu ſtehen kommen, geben der Aufgabe ihre Auflöſung.

221. Man

221. Man kann auch für jeden Tag des Jahres die Länder beſtimmen, in welchen die Sonne nicht untergehet, das iſt, wo ihr Mittelpunkt zur Mitternachtszeit im Horizonte ſteht, ſo daß dieſes der erſte Tag iſt, da die Sonne daſelbſt nicht untergehet. Zu dieſer Abſicht, bemerket man den Punkt der Ekliptik, in welchem die Sonne an dem gegebenen Tage iſt, und die Abweichung dieſes Punktes wird die Ergänzung zu 90° der Breite der geſuchten Länder ſeyn. Zum Beyſpiel: den 11ten May hat die Sonne 18° Abweichung, und die Länder, welche 72° Breite haben, ſehen den Mittelpunkt der Sonne am Horizonte herumgehen. Denn wenn die Sonne 18° vom Aequator abſtehet, ſo iſt ſie 72° vom Pol, das iſt eben ſo weit vom Pol, als dieſer vom Horizonte iſt; dahero muß ſie um Mitternacht unter dem Pole und in dem Horizonte ſelbſt ſeyn. In allen folgenden Tagen bleibt ſie über dem Horizont, und gehet nicht unter, weil ſie ſich immer mehr vom Aequator entfernt, bis zum erſten Auguſt, da ſie abermals am Horizonte deſſelben Landes herumgehet, und ſich wieder dem Aequator nähert.

222. Aus eben der Urſache wird die Sonne am erſten Tage, da ſie eine ſüdliche Abweichung von 18° hat, oder die Ergänzung der nordlichen Breite derſelben Länder macht, gar nicht aufgehen, und dieſes wird der letzte Tag ſeyn, da ſie im Horizonte erblicket wird. Der 13te November iſt es, an welchem die Sonne Abſchied nimmt, und bis zum folgenden 28ſten Jenner wegbleibt, da alsdenn der Mittelpunkt derſelben ſich zu Mittage wieder im Horizonte zeigt, indem ſie nun wieder 18° ſüdliche Abweichung hat. Wir haben davon ſchon in dem Artikel von den kalten Zonen (138) geredet.

223. Die Länder, welche unter dem kalten Erdgürtel liegen, von 66½ Grad Breite bis zum Pol, haben die Sonne eine Anzahl Tage lang über dem Horizont, und deſto länger, je mehr die Breite zunimmt (138). Um nun die Anzahl der Tage für jede Breite zu finden, muß man dem Pol die Erhöhung geben, die der Breite zukommt; hierauf wendet man die Kugel, und hält einen Bleyſtift am Nordpunkte des Horizontes an, dieſer zeichnet auf der Kugel einen Parallelkreis mit dem Aequator, welcher die Ekliptik in zween Punkten durchſchneiden, und zween Abſchnitte machen wird; der kleinſte Abſchnitt wird den Bogen der Ekliptik anzeigen, den die Sonne die ganze Zeit über, da ſie nicht untergehet, oder den Horizont des Ortes nicht berühret, beſchreibt. Denn, die zweene Punkte, die man durch dieſe Zeichnung auf der Ekliptik erhalten hat, ſind diejenigen, wo die Sonne ſich befand, da ſie ganz genau im Horizont auf der Nordſeite ſtund, oder da ihre Abweichung der Ergänzung zur Polhöhe gleich war; dahero iſt in allen Punkten der Ekliptik, die noch größere Abweichung haben, kein Untergehen der Sonne, am vorgegebenen Orte, möglich: auf dieſe Art kann eine Tafel für die Monatsclimata verfertiget werden, wovon wir oben (134) gehandelt.

224. Wenn man den Bleyſtift auf der entgegengeſetzten Seite des Horizontes, das iſt, im Mittagspunkt deſſelben, anſetzet, ſo zeichnet er bey der Herumdrehung der Kugel einen andern Parallelkreis; dieſer ſchneidet die Ekliptik auch in zween vom Winterſtillſtand gleichweit entfernten Punkten, und bezeichnet den ganzen Weg, den die Sonne machen muß, ohne aufzugehen, und ohne über dem Horizont des vorgegebenen Ortes zu erſcheinen; die Anzahl der Grade giebt

die

die Anzahl der Tage zu erkennen, wenn man hierbey die Tafel zu Rathe ziehet, auf welcher die Monatstage, neben denen ihnen zugehörigen Graden der Ekliptik, vorgeſtellet ſind: dieſe Tafel wird gemeiniglich auf die Fläche des Horizontes der Erdkugeln gezeichnet, wie wir bereits oben angemerket haben (171).

225. Eine größere Anzahl Fragen und Aufgaben, welche die Lage der verſchiedenen Länder des Erdbodens, die Stunden, Tage, Monate und Jahreszeiten betreffen, findet ſich in Varenii geographia generali; dieſes Werk enthält die Anfangsgründe der Erdbeſchreibung, und kam gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Holland heraus; in England aber und in Frankreich ſind davon verſchiedene Auflagen veranſtaltet worden. Man findet darinnen eine umſtändliche Erörterung aller Aufgaben, die durch die künſtlichen Himmels- und Erdkugeln aufgelöſet werden, und die tägliche und jährliche Bewegung, die Lage der verſchiedenen Länder und dergleichen betreffen. Man findet auch vieles davon in Bion Uſage des Globes.

226. Die Erd- und Himmelskugeln von einer gewiſſen Größe, haben in ihrem Fußgeſtelle eine Magnetnadel, die gebraucht wird, ſie nach den Weltgegenden zu ſtellen; hierbey aber muß man wiſſen, wie viel die Abweichung der Magnetnadel für die Zeit und den gegebenen Ort beträgt. Dieſe Abweichung war für Paris im Jahr 1773 von 20° nach Abend, und ſeit zwey Jahren ſchien ſie unverändert; bishero aber hat ſie in Paris alle ſechs Jahre einen Grad Veränderung gemacht. Ich habe meiner Expoſition du calcul aſtronomique eine Tafel von dieſer Abweichung für die verſchiedenen Länder der Erde beygefüget.

227. Wenn

227. Wenn man demnach weis, daß die Nadel 20 Grad gegen Abend von der Mittagslinie abweicht, ſo muß der Fuß der Erdkugel ſo weit gewendet werden, bis die Nadel auf den 20ſten Grad, des unter ihr abgetheilt befindlichen Kreiſes, gegen Abend, ſpielt; ſo wird die Hauptlinie des Magnetkäſtchens, die mit einer Lilie bezeichnet iſt, und dem Mittagskreiſe der Erdkugel parallel ſeyn muß, genau von Norden gegen Süden gerichtet ſeyn, und wenn die Erdkugel der Polhöhe gemäß erhoben iſt, wird ſie mit den Weltgegenden eben ſo übereinſtimmen, als die Himmelskugel; und ſo würde man ſie ſtellen müſſen, um die gegenwärtige Stunde zu finden (195).

228. Will man ſie auch ſo ſtellen, wie ſie zu einer gewiſſen Stunde ſtehen muß, ſo führet man den Grad der Ekliptik, in welchem die Sonne an dem gegebenen Tage ſtehet, unter den Mittagskreis, und richtet den Weiſer des Stundenringes auf 12 Uhr Mittag; hierauf wird die Kugel gedrehet, bis der Weiſer auf die gegebene Stunde zeigt, und ſolchergeſtalt wird die Stellung gehörigermaßen beſorgt ſeyn, um darauf wahrnehmen zu können, welche Sterne im Mittagskreiſe ſtehen, oder welche in dem Lande, wo man iſt, auf- oder untergehen, welche von ihnen ſichtbar, und welche unter dem Horizont ſind.

Von den Sternbildern.

229. Die Anzahl der Sterne, die in einer ſchönen Nacht leuchten, iſt ſo beträchtlich, daß man Mühe haben würde, ſie, ohne ein Mittel, wodurch dem Gedächtniß geholfen wird, zu unterſcheiden und wieder zu erkennen; dahero hat man den Himmel in verſchie-

dene

dene große Theile oder Sternbilder vertheilet, dergleichen der große Bär und die Zeichen im Thierkreiſe ſind, von welchem wir ſchon geredet (76).

Die Alten wurden durch viele Urſachen veranlaſſet, den Himmel in verſchiedene Sternbilder abzutheilen; einige Aehnlichkeit konnte ohngefehr die Einbildung zur Vorſtellung einer Krone, eines Wagens, eines Kreuzes, eines Dreyecks und dergleichen verleiten. Es war nöthig, eine geſchickte Abtheilung der verſchiedenen Theile des Himmels zu machen, um die Sterne wieder zu erkennen. Man wollte das Andenken merkwürdiger Perſonen und Thaten verewigen. Endlich glaubte man auch Eigenſchaften, Einflüſſe und Verhältniſſe ausgeſpüret zu haben; alles dieſes waren die Urſachen, welche die Gelegenheit zur Abtheilung der Sternbilder und Beſtimmung ihrer Namen gaben.

230. Die Griechen haben nur 48 Sternbilder an den Himmel geſetzet, welche 1022 Sterne enthalten, und es ſcheinen ihre Benennungen 1200 Jahr vor Chriſti Geburt gemacht zu ſeyn, die Namen der zwölf Zeichen des Thierkreiſes vielleicht ausgenommen, welche Egyptiſchen Urſprunges zu ſeyn ſcheinen, und viel älter ſeyn können. Die Neuern haben zu den alten Sternbildern, verſchiedene hinzugethan. Flamſteeds und de la Cailles Verzeichniſſe zuſammen genommen, enthalten faſt 5000 Sterne. La Caille hat, nachdem er ſein großes Verzeichniß der ſüdlichen Sterne 1751 zu Stande gebracht, 14 neue Sternbilder gemacht, die in Flamſteeds Verzeichniſſe nicht befindlich ſind. Alle dieſe Sternbilder, deren Anzahl auf 100 ſteigt, ſind in folgender Tafel enthalten.

Tafel

Tafel

der hundert Sternbilder, welche auf der Himmelskugel abgebildet ſind.

12 Sternbilder des Thierkreiſes.	**Fortſetzung der 23 nordlichen Sternbilder.**	**22 Sternbilder die Hevel, der P. Anthelme, und Halley an den Himmel geſetzet.**	**Fortſ zung der ſüdlichen Sternbilder.**
der Witter	der Schlangenmann oder Ophiuchus	der Kamelopard	der Phönix
der Stier	die Schlange	der Jordan	die Birne
die Zwillinge	Herkules	der Tygerfluß	das ſüdl. Dreyeck
der Krebs	der Adler	das Scepter und die Lilie	der Paradiesvogel
der Löwe	Antinous	die Taube	der Pfau
die Jungfrau	der Pfeil	das Einhorn	der Tukan
die Wage	die Leyer	das Kreuz	die Waſſerſchlange Hydrus.
der Scorpion	der Schwan	der Sextante	der Dorado
der Schütze	der Delphin	die länglichte Raute	der fliegende Fiſch
der Steinbock	**15 ſüdliche Sternbilder der Alten.**	die Jagdhunde	das Chameleon.
der Waſſermann	Orion	der kleine Löwe	**Man bemerket da auch**
die Fiſche.	der Wallfiſch	der Luchs	die große Wolke
23 Nordliche Sternbilder der Alten.	der Fluß Eridanus	der Fuchs	die kleine Wolke.
der große Bär	der Haſe	die Gans	**14. ſüdliche Sternbilder von la Caille.**
der kleine Bär	der große Hund	das Schild Sobiesky	die Kupferſtecher Werkſtatt
der Drache	der kleine Hund	das kleine Dreyeck	der chymiſche Ofen
Cepheus	die Waſſerſchlange (Hydra.)	Cerberus	die Aſtronom. Uhr
Caßiopea	der Becher	der Zweig	das Rauten Netz
Andromeda	der Rabe	die Eidechſe	der Grabſtichel
Perſeus	der Centaur	der Berg Menalus	das Mahlergeſtelle
Pegaſus	der Wolf	das Herz Carls des II	die Magnetnadel
das kleine Pferd	der Altar	die Carls Eiche.	die Luftpumpe
das nordliche Dreyeck	der ſüdliche Fiſch	**14 ſüdliche Sternbilder von Theodori, Bayer.**	der Seeoctant
der Fuhrmann	das Schiff	der Indianer	der Zirkel
das Haar der Berenice	die ſüdliche Krone	der Kranich	der Winkelhacken und Linial
Bootes, der Hirte			das Microſcop
die nordliche Krone.			der Tafelberg
			das Teleſcop.

231. Unter der großen Anzahl von Sternen, die dieſe 100 Sternbilder ausmachen, werden verſchiedene Größen unterſchieden, die erſte, zwote, dritte, vierte, fünfte, ſechſte, ſiebente; die Sterne aber von der ſiebenten Größe können, ohne ein Fernrohr zu gebrauchen, nicht geſehen werden.

Man zählet gemeiniglich 15 Sterne von der erſten Größe, Sirius oder das Maul des großen Hundes, die Schulter Orions, der Fuß Orions oder Rigel, das Ochſenauge Aldebaran, die Ziege, die Leyer, Arcturus, das Scorpionherz Antares, die Kornähre der Jungfer, das Löwenherz oder Regulus, der Adler, Procyon, Fomahant; und zwey die wir niemals in Europa ſehen, Canopus, und Acharnar. Es giebt Sternkündiger, die in eben dieſe Claſſe das Herz der Waſſerſchlange, den Schwanz des Löwen, und den Schwanz des Schwanes ſetzen.

232. Der leichteſte Weg die Sternbilder durch ihre Geſtalten, Lagen und Namen, kennen zu lernen, iſt, eine Himmelskugel oder Himmelscharten zu gebrauchen, dergleichen Flammſteed, Senex, Hevel und der P. Pardies herausgegeben, oder die beyden großen Halbkugeln von Robert von Vaugondi; hiernächſt aber folget eine Tafel, welche dienlich ſeyn kann, die ſchönſten Sterne kennen zu lernen, indem ſie die Stunden anzeigt, in welchen ſie am erſten Tage jedes Monats durch den Mittagskreis gehen, und ihre Höhen für Paris.

Die letzte Seite dieſer Tafel enthält die Stunde des Durchganges des Aequinoctialpunctes durch den Mittagskreis, *) zu welcher man eines jeden Sternes

*) Ich verſtehe hier unter dem Wort, Durchgang, den wahren Augenblick des Durchganges nicht; ſondern die Größe um welche der Aequinoctialpunct vom Mittagskreiſe

nes gerade Aufſteigung hinzuthut, oder ſeinen Abſtand vom Aequinoctialpunct, in Zeit verwandelt, um die Stunde ſeines Durchganges durch den Mittagskreis zu erhalten (365.) Die Mittagshöhe jedes Sternes, ſtehet zu oberſt der Seite, und unter dem Namen des Sternes.

233. Exempel. Man will den 1ſten October den Stern der Sirius heiſt, oder den großen Hund am Himmel kennen lernen, ſo zeigt folgende Tafel, daß er den 1ſten October um 18 Uhr 2 Min. das iſt den 2ten Oct. um 6 Uhr 2′ des Morgens durch den Mittagskreis gehet, und daß ſeine Mittagshöhe für Paris 24° 45′ iſt; ſo ſtellet man einen Quadranten in den Mittagskreis um 6 Uhr 2′ des Morgens, und richtet ihn auf die Höhe von 24¾ Grad, ſo zeigt ſich den Augenblick daß der Quadrant gegen einen ſehr ſchönen Stern gerichtet iſt, und man erkennt daß dieſer Sirius iſt.

kreiſe zu Mittage entfernt iſt, in Zeit verwandelt durch die Verhältniß von 15° für 1 Stunde, oder die Ergänzung der geraden Aufſteigung der Sonne; in Anſehung der Sterne aber, iſt es der wahre Augenblick ihres Durchganges, den ich habe berechnen wollen (365).

Stunden des Durchganges durch den Mittags-kreis, der vornehmſten Sterne, für den erſten Tag jedes Monats, mit ihren Mittagshöhen für Paris.

Monate.	Aldebaran.		Die Ziege.		α Orions.		Sirius.		Procyon.		Regulus.	
	Höhe.		Höhe.		Höhe.		Höhe.		Höhe.		Höhe.	
	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'
	57	12	86	54	39	46	24	45	47	3	54	15
	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'
Januar.	9	32	10	9	10	34	11	44	12	36	15	4
Febr.	7	20	7	57	8	22	9	32	10	25	12	53
Merz.	5	32	6	9	6	34	7	44	8	36	11	4
April.	3	39	4	16	4	41	5	51	6	43	9	11
May.	1	48	2	25	2	50	4	0	4	52	7	20
Junius.	23	41	0	22	0	47	1	57	2	50	5	18
Julius.	21	37	22	14	22	39	23	49	0	46	3	14
Auguſt.	19	33	20	10	20	35	21	45	22	37	1	10
Sept.	17	37	18	15	18	39	19	50	20	43	23	10
Octobr.	15	50	16	27	16	51	18	2	18	54	21	22
Nov.	13	54	14	30	14	55	16	5	16	58	19	26
Dec.	11	50	12	27	12	51	14	2	14	54	17	22

	Kornähre.		Arctur.		Antares.		Die Leyer.		Fomahant.		Durchgang des Aequinoctialpct. durch den Mittagsk.	
	Höhe.		Höhe.		Höhe.		Höhe.		Höhe.			
	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'		
	31	13	61	34	15	16	79	45	10	22		
	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'	St.	'
Januar.	18	21	19	13	21	23	23	36	3	55	5	11
Febr.	16	9	17	1	19	11	21	24	1	43	2	59
Merz.	14	21	15	13	17	23	19	36	23	51	1	10
April.	12	28	13	20	15	30	17	43	21	58	23	17
May.	10	37	11	29	13	39	15	52	20	7	21	25
Jun.	8	34	9	26	11	36	13	50	18	5	19	23
Julius.	6	30	7	22	9	32	11	46	16	1	17	18
Auguſt.	4	26	5	18	7	28	9	41	13	56	15	14
Sept.	2	30	3	22	5	32	7	46	12	1	13	18
Oct.	0	42	1	34	3	34	5	58	10	13	11	30
Nov.	22	43	23	34	1	48	4	2	8	17	9	33
Dec.	20	38	21	30	23	40	1	58	6	13	7	29

Ich

Ich habe zu vorſtehender Tafel, ein Jahr erwählet, das zwiſchen zwey Schaltjahren liegt, ſo daß zwiſchen der Beobachtung und der Tafel, nicht zwo Minuten Unterſchied ſeyn kann, auch nicht in verſchiedenen Jahren. Dieſe Tafel kann auch zugleich dienen, die Stunde, um welche es iſt, anzuzeigen, wenn man die Sterne hat kennen lernen, und weiß auf welcher Seite der Mittagskreis ſtehet.

Die Höhen, die ich unter den Namen jedes Sternes geſetzet habe, werden niedriger, wenn man gegen Norden gehet, und vergrößern ſich, wenn man ſich gegen Mittag entfernt; ein jeder wird ſie auf die Breite des Ortes wo er wohnet, durch Zuſetzung oder Abziehung des Unterſchiedes zwiſchen dieſer Breite und der von Paris, die acht und vierzig Grade und funfzig Minuten beträgt, bringen können. So iſt zu Marſeille, wo die Breite drey und vierzig Grad achtzehn Minuten iſt, oder fünf Grade weniger als zu Paris, die Höhe des Aldebaran anſtatt 57 Grad 12 Min. auf 62 Grad 44 Min. vergrößert.

234. Es iſt zu merken, daß die in voriger Tafel angegebenen Zeiten, aſtronomiſch gerechnete Zeiten ſind, das iſt von einem Mittag zum andern 24 Stunden; wenn man demnach ſiehet daß nach Anzeigung der erſten Seite der Tafel der Stern Aldebaran den erſten Junius um 23 Uhr 41′ durch den Mittagskreis gehet, ſo heiſt dieſes nach gewöhnlicher Art den 2ten Jun. um 11 Uhr 41 Min. Vormittag, weil bey den Sternkündigern der erſte Junius nicht eher als im Mittage deſſelben Tages anfängt, und bey ihnen nicht eher geendiget wird, als zu Mittage des folgenden Tages, weil im gemeinen Leben ſchon 12 Stunden verfloſſen ſind, wenn man den 2ten Junius bürgerlicher Zeit, zählet.

235. Dieſe Art, die Sterne der erſten Größe zu erkennen, könnte bey allen andern gebraucht werden; ſie iſt aber langweilig, und erfordert vielleicht zu viel Zubereitung, zumahl im Winter. Ich habe daher für nützlich erkannt, hier einige Linien anzuzeigen, die ein bequemes Mittel geben, die vornehmſten Sternbilder kennen zu lernen; dieſes wird eine kleine Unterſtützung der Wißbegierde, für diejenigen ſeyn, die weder wirkliche noch platt vorgeſtellte Himmelskugeln, und keine hiezu nöthige Werkzeuge beſitzen. Man muß aber voraus wiſſen, daß dieſe Linien keine Schärfe und genaue Richtigkeit haben können; wenn es aber bloß darauf ankömmt, die Geſtalt eines Sternbildes kennen zu lernen, ſo iſts genug, daß dieſe Linien ohngefähr den Ort anzeigen, wo daſſelbe ſtehet, damit man nicht in Irrthum falle, ein Sternbild für ein anderes zu halten.

Die Art durch gerade Linien die Sterne zu verbinden, und dadurch kennen zu lernen.

236. Es ſey jemand in einer Winternacht, im Monat Januar oder Februar, auf einen freyen Platze, um 7 oder 8 Uhr, ſo wird er in der Mittagsgegend, wenigſtens in Europa, das große Sternbild des Orions erblicken; es enthält 3 Sterne der zwoten Größe die in gerader Linie, ſehr nahe neben einander ſtehen, und mitten in einem großen Viereck; die Geſtalt deſſelben zeigt die 19te Figur, aber auch ohne Beyhülfe dieſer Figur, iſt es unmöglich ſich durch die von mir angegebenen Kennzeichen, bey dieſem Sternbilde zu irren.

237. Dieſe drey Sterne, die man den Gürtel Orions gemeiniglich die drey Könige oder den Rechen nennt, zeigen durch ihre Richtung, auf einer Seite den

den Sirius, und auf der andern das Siebengeſtirn (Pleiades). Sirius der ſchönſte Stern am Himmel, macht ſich durch ſein Funkeln und ſeinen Glanz vorzüglich merklich; er ſteht in Anſehung Orions gegen Morgen oder Süd-Oſt.

238. Das Siebengeſtirn ſteht gegen Abend, etwas nordwärts; und iſt eine Anzahl kleiner Sterne, die leicht wahrzunehmen ſind; es ſteht auch in der, durch den Sirius und die Mitte der drey Sterne im Gürtel Orions, gezogenen und verlängerten Linie; und die Richtung dieſer drey Sterne des Gürtels, welche faſt auf das Siebengeſtirn trifft, oder etwas weniges ſüdwerts, wird ſie leichtlich kennbar machen; ſie ſtehen auf dem Rücken des Stieres.

239. Aldebaran, das Auge des Stiers oder Palilicium, iſt ein Stern der erſten Größe, nahe bey dem Siebengeſtirn, und ſteht in der Linie, die durch die weſtliche Schulter Orions γ, auf das Siebengeſtirn geht*). Procyon oder der kleine Hund, iſt ein Stern der erſten Größe, der vom Sirius nach Norden, und mehr oſtwärts als Orion ſteht; er macht mit dem Sirius und dem Gürtel Orions ein faſt gleichſeitiges Dreyeck; dieſes wird hinreichend ſeyn ihn von andern zu unterſcheiden.

240. Arctur der vornehmſte Stern im Hirten, iſt von der erſten Größe; zu Beſtimmung des Ortes deſſelben, werden wir uns des großen Bärs (Fig. 1.) beſſer, als des Orions bedienen können; er iſt durch den

*) Alle Sternkündiger bedienen ſich der griechiſchen Buchſtaben, die Sterne zu bezeichnen, nach den Himmelscharten die Bayer im Jahr 1603. unter dem Namen Vranometria herausgegeben.

Schwanz des großen Båres (6) von welchen er nur 31° abſtehet, merklich genug beſtimmt. Die zween letztern Sterne des großen Båres ζ und η (Fig. 1.) geben eine Linie, die faſt genau auf ihn zugehet.

241. Die Zwillinge, ſind zween Sterne der zwoten Größe, die nahe bey einander, und in der Mitte des Raumes, ſtehen, der zwiſchen dem Orion, und dem großen Bår iſt. Man kann ſie auch durch den Orion beſtimmen; denn wenn man eine Linie, von Rigel oder β Orions, welcher am weiteſten gegen Abend ſteht, und von dem großen Viereck der ſüdlichſte iſt, durch den Stern ζ welcher der dritte, oder der oſtlichſte von den dreyen im Gürtel iſt, ziehet, ſo geht ſie auf die beyden Zwillingsköpfe. Endlich machen auch die zweene erſten Sterne im Schwanze des großen Båres ζ, ϵ (Fig. 1.) mit der Diagonale des Vierecks durch δ und β, eine Linie, die, nachdem ſie über einen Fuß des großen Båres gegangen, ihre Richtung auf die Zwillingsköpfe nimmt.

242. Dieſe Linie, über die Köpfe der Zwillinge verlångert, geht auf die Füße derſelben, welche aus 4 Sternen beſtehen, die eine gerade, und mit der erſten recht winklichte Linie machen. Endlich geht eben dieſe Linie, die vom großen Bår auf die Zwillinge gezogen worden, durch ihre Verlångerung über die Zwillingsfüße hinaus, auf die oſtliche Schulter Orions, das iſt, auf den Stern α, welcher der oſtlichſte und nordlichſte von dem großen Viereck Orions iſt. (236)

243. Die Linie vom Riegel durch die weſtliche Schulter Orions γ gezogen, trifft gegen Norden das ſüdliche Horn des Stiers ζ, von der dritten Größe, in eben dem Abſtande von γ Orions, als dieſer vom Rigel iſt, das

ſind

ſind ohngefähr 14°. Das nordliche Horn des Stiers β, iſt von der zwoten Größe; es ſteht auf der Linie, die durch die oſtliche Schulter α, und durch das ſüdliche Horn ζ geht, 8° von dieſem. Die Ekliptik geht zwiſchen den beyden Stierhörnern durch.

244. Das Sternbild des Löwens, kann durch die beyden vorausgehenden Sterne α und β vom Viereck des großen Bäres (Fig. 1.) erkannt werden; denn die zween Sterne, die uns gedienet haben, den Polarſtern auf der Nordſeite zu finden (6), zeigen durch die Linie, welche von ihnen fortgeführet wird, auf den Löwen gegen Mittag, 45° vom großen Bär. Der Löwe iſt ein großes ungleichſeitiges Viereck, wo man auch einen Stern der erſten Größe zu bemerken hat, der Regulus oder das Löwenherze heißt.

245. Das Löwenherz ſtehet in der Linie, die vom Rigel durch den Procyon geht, aber 37° von letztern abſtehet; dadurch hat man abermahls ein Mittel es zu erkennen. Der Schwanz des Löwen β iſt ein Stern der zwoten Größe, und ſteht ein wenig nach Mittag von der Linie ab, die vom Regulus zum Arctur geht; er ſteht vom Regulus 25° gegen Morgen.

246. Der Krebs iſt ein Sternbild, das aus lauter kleinen Sternen beſtehet, die ſchwer zu unterſcheiden ſind. Der Nebelſtern auf dem Krebſe, iſt eine Menge kleiner Sterne, die noch weniger zu unterſcheiden ſind, als die im Siebengeſtirn: man trifft ohngefähr darauf, wenn man von der Mitte der Zwillinge zum Herz des Löwen geht, oder vom Procyon zum Schwanze des großen Bäres.

247. Gegen Mittag von den drey Sternen im Gürtel Orions, ſieht man eine Reihe Sterne, die das bil-

det, was man das Schwert, und den Nebelſtern Orions nennt, (296); die Richtung dieſer Sterne, über den Stern ϵ, in der Mitte des Gürtels fortgeführet, geht auf das ſüdliche Horn ζ des Stiers, und von da auf die Mitte des Sternbildes des Fuhrmanns; dieſes iſt ein großes ungleichſeitiges Fünfeck, von welchem der nördlichſte Theil einen Stern der erſten Größe enthält, welcher die Ziege heißt. Man findet auch die Ziege, durch eine Linie, welche über die beyden Sterne δ und α, die nordlichſten vom Viereck des großen Bäres, gezogen wird.

248. Der Widder, der erſte von den zwölf Sternbildern des Thierkreiſes, wird vornehmlich von zween Sternen der dritten Größe, die ziemlich nahe bey einander ſtehen, gebildet, der am meiſten nach Abend zuſtehende β hat noch einen kleinern Stern der vierten Größe neben ſich, der γ heißt, oder der erſte Stern im Widder, weil er in alten Zeiten am nächſten bey dem Aequinoctialpuncte ſtund; man erkennt dieſes Sternbild durch eine Linie die vom Procyon zum Aldebaran geführet wird, und ihre Richtung auf den Widder nimmt, 36° weiter als Aldebaran.

249. Der Gürtel des Perſeus beſtehet aus 3 Sternen, von welchen einer der zwoten Größe, ohngefähr durch das Zenith von Paris geht. Sie machen gegen den großen Bär, gleichſam einen hohlen Bogen; die Linie vom Polarſtern zum Siebengeſtirn gezogen, geht über den Gürtel des Perſeus, und iſt ein zureichend Kennzeichen, man kann aber auch eine andre Linie anbringen, nehmlich durch die Zwillinge und die Ziege, welche ihre Richtung auf den Gürtel des Perſeus nimmt. Die Linie vom Gürtel Orions durch Aldebaran,

daran geht auf den Kopf der Meduſa β, welchen Perſeus in der Hand hält.

250. Der Schwan iſt ein ſehr merkwürdiges Sternbild, in welchem ein Stern der zwoten Größe iſt; dieſes Sternbild hat die Geſtalt eines großen Kreuzes; eine Linie von den Zwillingen zum Polarſtern geführet, trifft den Schwan auf der andern Seite, und in gleichem Abſtande vom Polarſterne. Dieſe Anmerkung dient nur zu der Zeit des Jahres, da man ſie zugleich über dem Horizont ſiehet. Für den Schwan werden wir im folgenden, eine andere Lage der Linie angeben. (256)

251. Das Viereck des Pegaſus, wird von vier Sternen der zwoten Größe gemacht, der von dieſen vier Sternen am meiſten nordlich ſtehende, macht den Kopf der Andromeda: die Linie welche durch die beyden vorausgehenden Sterne des großen Bäres β und α, und den Polarſtern geführet wird, gehet jenſeits des Pols, auf die Mitte des Vierecks des Pegaſus. Die Linie vom Gürtel Orions durch den Witter, geht auf den Kopf der Andromeda: die Linie von dem Siebengeſtirn durch den Witter, geht auf den Flügel des Pegaſus γ oder Algenib, der einer von den vieren des Vierecks iſt, die beyden andern ſtehen gegen Abend; der nordlichſte von den gegen Abend ſtehenden iſt β Scheat, der ſüdlichſte α heißt Markab.

252. Caßiopea iſt ein Sternbild das in Anſehung des Polarſternes, dem großen Bär gerade gegen über ſteht, ſo daß die Linie oder der Kreisbogen der von der Mitte des großen Bäres oder dem Sterne ε, durch den Polarſtern gelegt wird, auf der andern Seite des Pols, mitten auf die Caßiopea trifft. Dieſes Sternbild be-

ſteht

ſteht aus 6 bis 7 Sternen in Geſtalt eines y oder wenn man ſich ſo ausdrücken will, in Geſtalt eines umgeworfenen Stuhls; welche zwar ſehr unbeſtimmt zu ſeyn ſcheinet, es fallen aber die Sterne der Caßiopea genugſam in die Augen, weil verſchiedene derſelben von der zwoten Größe ſind.

253. Cepheus iſt ein Sternbild, das zwiſchen dem Polarſtern, der Caßiopea und dem Schwane ſteht. Die Linie vom Polarſterne zum Schwanze des Schwanes α, geht nahe bey den Sternen β und α des Cepheus vorbey, einer davon auf dem Leibe, der andre auf der Schulter, beyde bleiben ſeitwärts der Caßiopea. Ehe man mit der Linie auf β kommt, läßt man den Stern γ weiter auf eben der Seite, welcher auf der Linie ſteht, die mitten durch die Caſſiopea, auf die Sterne des kleinen Bäres, welche die Wächter heißen, geführet wird.

254. Der kleine Bär hat faſt eben die Geſtalt, als der große Bär, und liegt ihm parallel, aber in umgewandter Lage. Der Polarſtern (6), der von der dritten Größe iſt, macht das Ende des Schwanzes, die vier folgenden Sterne ſind ſehr klein, indem ſie nur von der vierten Größe ſind, die beyden letztern des Vierecks aber, ſind von der dritten Größe; dieſe nennt man die Wächter im kleinen Bär; ſie ſtehen auf der Linie, die aus dem Mittelpunkte des Vierecks im großen Bäre, auf die zwo größten Seiten des Vierecks, rechtwinklicht geſetzet wird.

255. Der Drache liegt zum Theil zwiſchen der Leyer und dem kleinen Bär, wo die vier Sterne im Kopfe deſſelben, ein ſehr deutliches geſchobenes Viereck machen; der Schwanz geht zwiſchen dem Polarſtern und dem Viereck des großen Bäres durch. Die

Linie

Linie durch die beyden Wächter im kleinen Bär β und γ geführet, geht auf den Stern η des Drachen (den Senex in ſeiner Planiſphäre aus Irrthum mit ε bezeichnet hat). Dieſer Stern ſteht zwiſchen dem nach Mittag ſtehenden θ, und dem nach Norden ζ auf einer Linie, die faſt auf den Pol der Ekliptik trifft (281) und bey weiterm Fortgange auf δ und ε des Drachen kommt, und endlich das Sternbild des Cepheus zwiſchen β und α durchſchneidet.

256. Eine von den Diagonalen im Viereck des Pegaſus gehet nach Nordweſt auf den Schwanz des Schwanes α; die andre Diagonale deſſelben Vierecks des Pegaſus, richtet ſich nach Nordoſt auf den Gürtel des Perſeus; und geht erſtlich auf den Stern β im Gürtel der Andromeda, und ferner auf den Stern γ im Fuße der Andromeda. Dieſe beyden Sterne β und γ von der zwoten Größe, theilen den Raum der zwiſchen dem Kopfe der Andromeda und dem Gürtel des Perſeus enthalten iſt, in drey gleiche Theile; die Linie, welche ſie verbindet, geht zwiſchen der Caßiopea und dem Witter durch.

257. Die Sternbilder, welche in den Sommernächten zu ſehen ſind, haben nicht ſolche merkliche Kennzeichen, als die des Winters erſcheinen; man wird ſie aber leichtlich durch Beyhülfe der vorhergehenden finden können. Wenn die Mitte des Schwanzes des großen Bäres, oder der Stern ζ, im Mittagskreiſe, über dem Polarſtern ſteht und den höchſten Ort am Himmel einnimmt, welches zu Ende des Mayes um 9 Uhr Abends geſchiehet, ſo ſiehet man die Kornähre der Jungfrau im Mittagskreiſe nach Süden zu, in der Höhe von 31° zu Paris; dieſer Stern iſt von der erſten Größe. Die Diagonale

des Vierecks im großen Bär, durch α und γ geführt, geht in dieſer Richtung ohngefähr auf dieſen Stern zu, ob er gleich von jenen 68° entfernt ſteht. Endlich macht auch dieſer Stern faſt ein gleichſeitiges Dreyeck, mit dem Arcturus, und dem Schwanze des Löwen, von welchen er ohngefähr 33° Entfernung hat (244).

258. Man ſieht alsdenn, etwas zur rechten, und tiefer als die Kornähre, ein unordentlich Viereck, das durch die vier vornehmſten Sterne des **Raben** gemacht wird, die auch auf der Linie ſtehen, welche durch die Leyer, und die Kornähre der Jungfer geführet wird.

259. Die Linie von den letzten Sternen des Vierecks im großen Bär δ und γ, durch das Löwenherz, Regulus, geführt, trifft 22° weiter nach Mittag, das **Herz der Waſſerſchlange** (Hydra). Ihr Kopf ſteht vom Krebſe gegen Mittag, zwiſchen Procyon und Regulus, oder etwas mehr ſüdlich. Die Waſſerſchlange erſtreckt ſich, vom kleinen Hund, bis unter die Kornähre der Jungfer.

260. Der **Becher** liegt zwiſchen der Waſſerſchlange und dem Raben; von dieſen gegen Abend; das unordentliche Viereck, welches die vier vornehmſten Sterne des Bechers machen, iſt merklich genug.

261. Die **Leyer** iſt ein Stern der erſten Größe, einer von den vorzüglich glänzenden Sternen am ganzen Himmel, der faſt ein rechtwinklicht Dreyeck mit dem Arcturus und dem Polarſtern macht, deſſen rechter Winkel gegen Morgen, an der Leyer liegt.

262. Die **nordliche Krone** iſt ein kleines Sternbild, nahe bey dem Arcturus, auf der Linie, die vom Arcturus zur Leyer geht. Man erkennt ſie

ſehr leicht durch die ſieben Sterne, aus denen ſie beſte⸗het, die einen halben Kreis bilden; unter welchen einer von der zwoten Größe iſt. Die zweene erſten Sterne im Schwanze des großen Bäres ε und ζ, geben die Richtung einer Linie, die auf die Krone zu gehet.

263. Der Adler enthält einen ſchönen Stern der zwoten Größe, der vom Schwane und der Leyer gegen Mittag ſteht; man erkennt ihn leichtlich, weil er zwiſchen zween andern Sternen β und γ ſteht, die von der dritten Größe ſind, mit dieſem ſchönen Sterne eine gerade Linie machen, und ihm ſehr nahe ſtehen.

264. Antinous iſt ein kleines Sternbild, das unter dem Adler ſteht.

265. Die Linie, oder ein größter Kreis, der durch den Regulus und die Kornähre der Jungfer geht (das iſt, faſt die Lage der Ekliptik hat), trifft weiter gegen Morgen das Sternbild des Scorpions, welches ſehr merkwürdig iſt; es beſteht aus drey Sternen, die im Kopfe deſſelben ſtehen, von welchen einer von der zwoten Größe iſt, die auch einen großen Bogen von Norden nach Süden machen; und aus einen mehr oſtlich ſtehenden, der gleichſam der Mittelpunct des Bogens iſt; dieſer Stern iſt von der erſten Größe, und heißt Antares oder das Scorpionherz. Die Sterne im Kopfe, von Norden angefangen, ſind β, δ, π, ϱ.

266. Die Wage enthält zween Sterne der zwoten Größe, die die beyden Wagſchalen bilden; die Linie durch dieſe beyden Sterne, ſteht faſt ſenkrecht auf der Mitte, der vom Arcturus zum Kopfe des Scorpions geführten Linie, oder ſie ſtehen in der Mit⸗

te

te des Raumes, obwohl etwas gegen Abend von dieſer Linie. Die ſüdliche Wagſchale, ſteht zwiſchen der Kornähre der Jungfer und Antares, alle drey ſehr nahe an der Ekliptik; von der Kornähre bis zur ſüdlichen Wagſchale ſind $21\frac{1}{4}$ Grad, und von dieſer bis zum Antares $24\frac{2}{3}$ Grad.

267. Der Schütze iſt ein Sternbild, das auf den Scorpion folgt, oder etwas weiter gegen Morgen ſteht; es ſteht in der Richtung der Linie durch die Kornähre der Jungfer und Antares, welche ohngefähr der Ekliptik folgt. Der Schütze enthält verſchiedene Sterne der dritten Größe, die ein großes unordentliches Viereck machen, und zween von dieſen, machen mit zween andern Sternen ein kleineres unordentliches Viereck; dieſes zweyte Viereck aber, iſt gewiſſermaßen rechtwinklicht mit dem erſten.

268. Dieſes Sternbildes Lage wird auch durch eine Linie beſtimmt, die von der Mitte des Schwanes, über die Mitte des Adlers geht, denn der Schütze ſteht ohngefähr 35° gegen Süden vom Adler, wie der Schwan gegen Norden des Adlers ſteht. Die Diagonale des Vierecks des Pegaſus, vom Kopfe der Andromeda durch α des Pegaſus geführt, und nach Mittag zu verlängert, dient auch zur Beſtimmung der Lage des Schützen; das iſt die Diagonale, deren Verlängerung nach Norden, den Gürtel des Perſeus anwieß (256).

269. Ein Kreis von dem Sterne Antares, bis zum Polarſtern geführet, geht erſtlich über das Sternbild des Schlangenträgers (Ophiuchus Serpentarius) und weiter hinauf trifft er den Herkules. Dieſe beyden Sternbilder muß ich etwas umſtändlich beſchreiben, weil ſich einige Schwierigkeiten bey ihrer

Entwi-

Entwickelung finden. Die Linie vom Antares zur Leyer geführt, ſtreicht zwiſchen dem Kopfe des Herkules und des Schlangenträgers durch, welche beyde von der zwoten Größe ſind, einander ſehr nahe ſtehen, und eine Linie geben, die auf die Krone geht. Der ſüdlichſte und oſtlichſte von beyden iſt der Kopf des Schlangenträgers.

270. Die Linie durch beyde Köpfe derſelben, geht auf γ des Herkules, welcher Stern 13° vom Kopfe abſtehet, und der Stern β des Herkules ſteht von γ 3° Nordoſt. Die Linie von γ durch β des Herkules, geht gegen Norden auf ε im Herkules, und auf α der Schlange gegen Mittag oder Südweſt; dieſer Stern macht auch ein gleichſeitig Dreyeck mit dem Kopfe des Herkules und der Krone. Die Linie vom Kopfe des Schlangenträgers zur ſüdlichen Wagſchale geführet, geht auf die Sterne ε und δ, davon einer von der vierten, der andere von der dritten Größe iſt, ſie ſtehen $1\frac{1}{3}$ Grad von einander, und ſenkrecht auf die Mitte dieſer Linie; der Stern δ iſt der nordlichſte und weſtlichſte. Dieſe Sterne gehen in ihrer Richtung nach Südoſt auf den Stern ζ im weſtlichen Knie des Schlangenträgers, welcher Stern $7\frac{1}{2}$ Grad von ε iſt, und faſt die Richtung auf η im oſtlichen Knie giebt, welcher $9\frac{1}{2}$ Grad von ζ nach Nordweſt abſtehet. Dieſe Sterne δ und ε geben eine Linie, die etwas unterhalb des Sternes α, in der Schlange, geht; beyde Sterne δ und ε des Schlangenträgers zuſammen, machen ohngefehr mit β der Wage, oder der nordlichen Wagſchale, und mit α der Schlange, ein gleichſeitig Dreyeck. Nahe bey dieſen letztern ſteht δ der Schlange, $4\frac{1}{2}$ Grad nach Nordweſt, und ε 2 Grad Südoſt. Die Richtung dieſer drey Sterne

K geht

geht auch auf δ und ε im Schlangenträger, welche von ε der Schlange 10 Grad abſtehen.

271. Die Sterne β und γ auf der oſtlichen Schulter des Schlangenträgers, ſtehen auf der Linie, die vom Kopfe des Herkules, zum Kopfe des Schützen geführet wird (267), auf eben dem Mittagskreiſe, als der Kopf des Schlangenträgers; β iſt 8 Grad und γ 10 Grad weiter nach Mittag, als der Kopf des Schlangenträgers; ihre Richtung geht zwiſchen den Köpfen des Herkules und des Schlangenträgers durch.

272. Die Linie vom Kopfe des Herkules zum Kopfe des Schlangenträgers, nimmt ihre Richtung auf den Stern θ, der der letzte im Schwanze der Schlange iſt, er ſteht 21° vom Kopfe des Schlangenträgers gegen Abend ab, er iſt ein veränderlicher Stern (291), deſſen Stand wir auch noch weiter unten beſtimmen werden (276).

273. Die Linie durch die am weiteſten gegen Morgen ſtehenden Sterne der Krone, die nach der Leyer zu ſtehen, bis auf α der Schlange, geführet, geht über den Kopf der Schlange zwiſchen γ und β der dritten Größe: dieſer iſt der weſtlichſte von beyden. Der weſtliche Fuß des Schlangenträgers, ſteht zwiſchen Antares und β oder dem nordlichen auf dem Kopfe des Scorpions. Sein oſtlicher Fuß ſteht zwiſchen Antares und μ, welcher der oberſte, und weſtliche, oder vorausgehende im Bogen des Schützens iſt: beyde Füße ſtehen auf der Ekliptik ſelbſt.

274. Der Steinbock wird durch die Verlängerung der Linie, die durch die Leyer und den Adler geht, beſtimmt; es ſind zween Sterne von der dritten Größe α und β, die zween Grade von einander,

auf

auf der Verlängerung dieſer Linie ſtehen, und den Kopf des Steinbockes bezeichnen; von dieſem 20° gegen Morgen ſtehen zween andre Sterne γ und δ deren Richtung von Morgen nach Abend geht, zween Grad von einander entfernt, welche den Schwanz des Steinbocks bezeichnen.

275. Fomahant, oder das Maul des ſüdlichen Fiſches, ein Stern der erſten Größe, wird durch die Linie vom Adler zum Schwanze des Steinbocks, und noch 20° weiter geführet, angezeigt. Tycho nennt ihn Fomaham. Hyde nennt ihn Pham-Alhut. Flamſteed aber Fomalhaut.

276. Der Delphin iſt ein kleines Sternbild, das ohngefähr 15° gegen Morgen vom Adler ſteht, und durch vier Sterne der dritten Größe, die ein geſchobenes Viereck machen, gebildet wird. Die Linie vom Delphin, durch die Mitte der drey Sterne im Adler, rechtwinklicht auf die Linie, welche dieſe Sterne machen, gerichtet, geht auf θ den äußerſten im Schwanze der Schlange, auf der Abendſeite (272).

277. Der Waſſermann wird durch eine Linie beſtimmt, die von der Leyer über den Delphin geführet, und gegen Mittag verlängert wird, eben ſo weit vom Delphin, als dieſer vom Adler iſt, das iſt ohngefähr 30 Grad: von dieſer Linie ſteht der Waſſermann etwas gegen Morgen. Wenn man vom Delphin zum Fomahant eine Linie legt, ſo durchſchneidet ſie, das Sternbild des Waſſermannes in ſeiner ganzen Länge, und ſie geht anfänglich zwiſchen beyden Schultern α und β durch, welche zween Sterne der dritten Größe ſind, 10° von einander entfernt, und die merkwürdigſten im ganzen Sternbilde.

278. Der Wallfiſch iſt ein großes Sternbild, das vom Witter gegen Mittag ſteht, unter dem Raume, der zwiſchen dem Siebengeſtirn, und dem Viereck des Pegaſus iſt. Die Linie vom Gürtel der Andromeda zwiſchen den beyden Sternen des Witters hindurch, geht auf den Stern α im Kinnbacken des Wallfiſches, welcher ein Stern der zwoten Größe iſt, 25° von den beyden Hörnern des Witters entfernt. Die Linie von der Ziege durch das Siebengeſtirn, geht auch auf α im Wallfiſche. Die Linie durch Aldebaran und den Kinnbacken des Wallfiſches, richtet ſich auf den Stern β im Schwanze des Wallfiſches der zweete Stern der zwoten Größe, 42° weiter entfernt, und ganz nahe am Ausguſſe des Waſſermannes.

279. Die Fiſche, welche das zwölfte himmliſche Zeichen des Thierkreiſes machen, ſind nicht merklich genug am Himmel; einer von den Fiſchen hat ſeine Stelle längſt der ſüdlichen Seite des Vierecks im Pegaſus (251), unter α und γ des Pegaſus; der andre Fiſch, iſt gegen Morgen vom Viereck des Pegaſus, zwiſchen dem Kopfe der Andromeda, und dem Kopfe des Witters. Der Stern α im Knoten des Bandes der Fiſche, von der dritten Größe, ſteht auf der Linie, die vom Fuße der Andromeda durch den Kopf des Witters geht, und auf der, die von den Füßen der Zwillinge durch den Aldebaran, 40° von dieſem gegen Abend entfernt, gezogen wird; er macht auch ein rechtwinklicht Dreyeck mit α im Wallfiſche und β oder γ im Witter, gegen Mittag von dieſem; Er iſt der merklichſte Stern im Sternbilde der Fiſche.

280. Ich will dieſe Beſtimmung der Sternbilder nicht weiter fortſetzen; indem die übrigen viel kleiner, und weniger merklich ſind, um dieſe recht kennen zu lernen, werden Himmelscharten erfordert (232).

281. Nachdem man den Weltpol am Himmel zu finden erlernet hat (5), muß ein Verlangen erregt worden ſeyn, auch den Pol der Ekliptik, als einen der merkwürdigſten Punkte am Himmel beſtimmen zu können. Der nordliche Pol der Ekliptik liegt in dem Sternbilde des Drachen, auf der Linie, die durch die beyden nachfolgenden Sterne γ und δ des großen Bäres geführt wird; er macht faſt ein gleichſeitig Dreyeck mit der Leyer und α des Schwanes; er iſt auch in der Linie, die durch die beyden vorausgehenden des Vierecks im großen Bär, und durch die Wächter im kleinen Bär (254) gezogen wird, 3° jenſeits des Sternes ω im Drachen, der faſt in eben derſelben Linie ſteht, welche durch die Sterne im Drachen θ, η, ζ, ω, φ geht, und ihre Richtung vom Arcturus zum Cepheus und der Caßiopea nimmt. Der Stern η iſt derjenige, auf welchen die Linie durch die Wächter im kleinen Bär, geht. Endlich macht auch der Pol der Ekliptik ein rechtwinklichtes und gleichſchenklichtes Dreyeck mit dem Polarſtern und β des kleinen Bäres, welcher der nordlichſte von den beyden letzten im kleinen Bär iſt, der rechte Winkel aber liegt am Sterne β.

282. Um die Fähigkeit zu erlangen, den Abſtand der Sterne nach Graden ſchätzen zu können, muß man ſie auf der künſtlichen Himmelskugel abmeſſen, ſo wird man zum Beyſpiel finden, daß Arcturus von η im Schwanze des großen Bäres 30° 29′ entfernt iſt; die beyden äußerſten von den drey Sternen des Gürtels Orions, haben einen Abſtand von 2¼ Graden; Orions beyde Schultern ſtehen von einander 7 Grad ab; Aldebaran iſt vom Sirius entfernt 46 Grad; ich habe übrigens verſchiedene davon, ſchon in vorhergehenden Artikeln angezeigt.

Von den veränderlichen, und neblichten Sternen.

283. Die Geſchichte des Himmels giebt uns Nachricht von verſchiedenen merkwürdigen und neuen Sternen, welche ſichtbar geworden, und nach einiger Zeit völlig wiederum verſchwunden; wir kennen auch wirklich noch dergleichen, die von einer Zeit zur andern verſchwinden, in ihrer Größe zunehmen, und bald darnach wieder merklich abnehmen. Es hat ſolche gegeben, die von den Alten als merkwürdige Sterne beſchrieben worden, und jetzt nicht mehr zu entdecken ſind; andre hingegen ſcheinen uns beſtändig, ob ſie wohl von den Alten auf keine Art erwähnet worden: man kann aber auch einen Theil von dieſen Verſchiedenheiten, dem Mangel der ſorgfältigen Beobachtung, oder den Irrungen in den Sternverzeichniſſen der Alten beymeſſen, die uns nicht ohne mancherley Fehler, in des Ptolomäus Almageſt aufbehalten worden.

284. Die älteſten Schriftſteller, als Homer, Attalus, und Geminus, zählten im Siebengeſtirne, nur ſechs Sterne; Simonides, Varro, Plinius, Aratus, Hipparchus, und Ptolomäus im griechiſchen Texte, ſetzen die Zahl derſelben auf ſieben, und man gab vor, daß der ſiebente vor der Zerſtörung der Stadt Troja, ſichtbar geweſen; dieſe Verſchiedenheit aber, hat von der Schwierigkeit, ſie deutlich zu unterſcheiden, und mit den bloßen Augen zu zählen, leicht veranlaſſet werden können.

285. Die Geſchichte meldet noch ausdrücklicher, Erſcheinungen ganz neuer Sterne, 125 Jahr vor Chriſti Geburt, zu Zeiten Hipparchs: (Man ſehe

Plinius Hiſt. 11 B. 24. 26.) und zu Zeiten des Kayſers Hadrian, 130 Jahr nach Chriſti Geburt.

286. Fortunio Liceti, ein berühmter Arzt, der im Jahr 1656 zu Padua geſtorben, hat ein Buch geſchrieben, de nouis Aſtris, in welchem man eine weitläuftige Gelehrſamkeit über die neuen Sterne, die von den Alten aufgezeichnet worden, ausgebreitet findet. Er erzählt, S. 259. daß Cuſpinianus, einen neuen Stern im Jahr 389, beobachtet habe, der nahe bey dem Adler geſtanden; daß er drey Wochen lang mit ſo vielem Glanze erſchienen, als die Venus, und hernach verſchwunden. Er bringt noch verſchiedene andere, aus verfloſſenen Jahrhunderten bey.

287. Von allen neuen Sternen aber, iſt einer der berühmteſten, der von 1572 geweſen: er iſt zu Anfange des Novembers zuerſt bemerket worden, da ſeine Stellung eine völlige Raute mit den Sternen α, β, γ des Sternbildes der Caßiopea gemacht hat. Dieſer Stern, iſt gleich Anfangs ſeiner Erſcheinung ſehr glänzend geweſen, als ob er gleichſam plötzlich mit ſeinem prächtigen Lichte entſtanden; er übertraf den Hundsſtern, den helleſten unter allen Sternen, und ſelbſt den Jupiter, wenn dieſer der Erde am nächſten ſteht; man konnte ihn ſo gar bey hellem Tage ſehen. Vom Monat December 1572 fieng er an abzunehmen, bis zum Merz 1574, da er unſichtbar wurde. Er hatte keine merkliche Parallaxe (441), auch keine ſcheinbare eigene Bewegung; woraus leicht zu ſchließen iſt, daß er viel weiter von uns entfernt geweſen, als Saturn, der unter allen Planeten den weiteſten Abſtand hat; er hätte ſonſt eine merkliche jährliche Parallaxe haben müſſen; er hatte gar nicht

das Anſehen eines Kometen, ſondern ſchien mit ſo reinem und funkelndem Lichte als die Firſterne.

288. Der neue Stern im Schlangenträger, erſchien den 10ten Oct. 1604 und war faſt eben ſo glänzend als der von 1572. Kepler verſichert, daß er gar keine Parallaxe, auch keine Bewegung in Anſehung der andern Sterne gehabt; woraus erhellet, daß er auch weit über die Bahn des Saturns hinaus muß geſtanden haben; denn wenn er ſo entfernten Abſtand als Saturn gehabt hätte, müßte die jährliche Parallaxe, die durch die Bewegung der Erde verurſachet wird, ſeinen ſcheinbaren Stand um etliche Grade verändert haben (447).

289. Im Schwane ſind drey veränderliche Sterne beobachtet worden: der merkwürdigſte von dieſen dreyen iſt der, welchem Bayer den Buchſtaben χ beygeſetzt hat, deſſen Veränderungen auch noch jetzo beobachtet werden. Kirch bemerkte im Jahr 1686 die Veränderungen ſeines Lichtes; in folgenden Zeiten, haben Maraldi und Caſſini dieſen Stern vielfältig beobachtet, und fanden die Periode ſeines größten Glanzes von 405 Tagen. Das ſind die Zeiten, von jetzo in einige folgende Jahre, da er in ſeinem größten Lichte erſcheinen wird; den 29ſten April 1773; den 9ten Junius 1774. Den 19ten Julius 1775. Den 27ſten Aug. 1776; den 7ten October 1777. (Mem. de l'Acad. 1759. p. 247) Man muß hierbey bemerken, daß ſeine Wiedererſcheinungen einigen phyſiſchen Ungleichheiten unterworfen ſind.

290. Der zweete veränderliche Stern im Schwane, ſteht neben dem Sterne γ auf der Bruſt des Schwanes. Kepler hat ihn im Jahr 1600 entdeckt, und 19 Jahre hindurch beobachtet, ohne an ſeiner

Größe einige Veränderung zu bemerken, er ſchien ihm nicht völlig ſo groß als γ auf der Bruſt des Schwanes, aber doch größer als der im Schnabel ſtehet. Caſſini hat ihn aufs neue 1655 beobachtet; Hevel in den Jahren 1665; 1677; 1682; und 1715 war er nur als ein Stern der ſechſten Größe anzuſehen.

291. Den dritten veränderlichen Stern im Schwane hat der P. Anthelme, den 10ten Junius 1670, nahe beym Kopfe des Schwanes, auf der Seite des Pfeils, entdeckt; er war von der dritten Größe, den 10ten Auguſt aber nur von der ſechſten. Er hat ihn den 17ten Merz 1671 wieder wahrgenommen, und von der vierten Größe erkannt. Caſſini beobachtete an ihm in dieſem Jahre mancherley Veränderungen; ſeit 1672 aber iſt er nicht wieder erſchienen.

Der jüngere Caſſini hat noch von verſchiedenen andern Sternen geſchrieben, die entweder völlig weg ſind, oder veränderlich ſcheinen, oder neu entſtanden ſind, als, in der Caßiopea, im Eridanus, im Wallfiſch und andern Sternbildern. (Elem. d' Aſtron, p. 73.)

292. Es iſt ſchwer, ſich einen richtigen Begriff, von der Urſache zu machen, durch welche ſich Sterne verändern, verſchwinden, oder neue entſtehen. Der P. Riccioli meynt, es könnte vielleicht Sterne geben, die nicht auf ihrer ganzen Oberfläche leuchtend wären, und durch ihre Umdrehung, mehr oder weniger von ihrer dunklen Seite uns zukehren könnten. (931).

Maupertuis hat in ſeinem Diſcours ſur les differ. figur. des Aſtres, der zu Paris 1732 heraus kam, gezeigt, daß die Umdrehung eines Sterns um ſeine

Axe, ihm eine beträchtlich platte Geſtalt zuwege bringen könne, und bedient ſich derſelben, die Erſcheinungen der veränderlichen Sterne daraus zu erklären. Wenn einer von dieſen platten Sternen, etwa um ſich her, einen großen Planeten hat, der in einer ſehr eccentriſchen Bahn geht, die gegen die Fläche des Aequators dieſes Sternes geneigt iſt, ſo kann die anziehende Kraft des Planeten, wenn er ſich ſeinem nächſten Stande nähert, die Neigung des platten Sternes ändern, und dadurch verurſachen, daß er uns weniger oder mehr helle erſcheint. Ein Stern, der uns unſichtbar geworden, weil er uns die ſcharfe Seite ſeines Körpers zugekehret, kann wieder ſichtbar werden, wenn er uns einen Theil von ſeiner platten Seite zeigt; dadurch kann man einen Grund angeben, woraus die Veränderung der Größe, die bey einigen Sternen beobachtet worden, ihre Verſchwindung, und ihre Wiedererſcheinung, ſich erklären läßt, obgleich dieſe Meynung anfänglich nicht genugſame Wahrſcheinlichkeit zu haben ſcheint.

293. Die Milchſtraße iſt ein unförmlicher weißer Schein, der den ganzen Himmel in Geſtalt eines Gürtels zu umgeben ſcheint. Er iſt der Kreis der Juno, der Weg Jacobs ꝛc. genennt worden. Democritus urtheilte vormals, daß der weiße Schein dieſes Streifen am Himmel, von einer großen Menge Sterne entſtehen müſſe, die zu kleine ſind, um deutlich wahrgenommen werden zu können. Dieſe Meynung beſtätiget auch Manilius. Wenn dieſes wahrſcheinlich iſt, ſo muß man doch wenigſtens geſtehen, daß es noch nicht bewieſen iſt; man ſiehet durch die Fernröhren an allen Theilen des Himmels, faſt eben ſo viel Sterne, als in der Milchſtraße. Auf meiner

meiner neuen Himmelskugel wird man die Milchſtraſſe viel richtiger gezeichnet finden, als bishero geſchehen.

294. Von eben der Art, als der weiße Schein, den die Milchſtraße um den Himmel macht, findet man auch in andern Gegenden, wo die Milchſtraße nicht iſt, kleine weiße Flecken, die den bloßen Augen als blaß ſcheinende Sterne vorkommen, durch das Fernrohr aber als breite und weiße Flächen erkannt werden, in welchen entweder gar keine Sterne zu entdecken, oder eine Vermiſchung von weißen Flecken und kleinen Sternen wahrgenommen wird; man nennt dieſe eigentlich neblichte Sterne, denn es giebt einige, die durch das Fernrohr für nichts anders, als eine Menge kleiner Sterne gehalten werden können.

295. Der erſte eigentlich ſo genannte neblichte Stern, der nach Erfindung der Fernröhre entdeckt wurde, war der in der Andromeda, welchen Simon Marius 1612 beobachtete; er ſcheint den bloßen Augen nur als ein Wölkchen, durch das Fernrohr aber, ſchien er aus drey Strahlen zu beſtehen, die helle, bleich und unordentlich geſtalt waren, und nahe am Mittelpunkt mehr Helligkeit zeigten; le Gentil behauptet, daß er ſeine Geſtalt verändere. (Mem. de l'Acad. 1759, p. 445. 465.) Er nimmt ohngefähr einen Raum von $\frac{1}{4}$ Grad ein. Boulliaud hat die Meynung, daß er vor mehr als 600 Jahren ſchon bemerket worden.

296. Der neblichte Stern im Orion, ſteht unter dem Gürtel oder den drey Königen (247). Dieſer iſt unter allen neblichten Sternen der merkwürdigſte, und den-

dennoch war Huygens der erſte, welcher ihn 1656 zufälliger Weiſe entdeckte; er hat eine unordentliche, länglichte und krumme Geſtalt; ſein weißer Schein bleibt im Fernrohre lebhaft, und man beobachtet in der blaßen Helligkeit, die gleichförmig ausgebreitet iſt, doch nur ſieben ganz kleine Sterne. Es finden ſich noch verſchiedene andre neblichte Sterne; als, im Schützen, im Antinous, im Herkules, im Centaur, im Schlangenträger, und andern Sternbildern. Als der Abt la Caille, an ſeinem Verzeichniß der ſüdlichen Fixſterne, die er auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung beobachtet hat, arbeitete, hat er 42 derſelben entdeckt, die er auch nach ihren Stellungen beſtimmt hat, und Herr Meßier hat noch verſchiedene, in der nordlichen Halbkugel des Himmels beobachtet.

297. Das Thierkreislicht, das Herr von Mairan mit den neblichten Sternen in Vergleichung ſtellet, iſt eine Helligkeit oder weißer Glanz, der oftmals der Milchſtraße ſehr ähnlich ſieht. Man nimmt es nach Untergang der Sonne, beſonders zu Anfange des Merzmonats wahr, da es die Geſtalt einer Pyramide oder Spindel zeigt, die auf der Sonne ſteht; es iſt länger als 100 Grade, und giebt die Vermuthung, daß es zur Atmoſphäre der Sonne gehöret; die Lage deſſelben kömmt mit der Lage des Sonnenäquators überein (959) und ſcheint die Geſtalt einer plattgedruckten Kugel zu haben, dergleichen die Umdrehung der Sonne erfordert (945). Dieſes Thierkreislicht iſt in dem Traité des Aurores boreales des Herrn von Mairan, das in den Jahren 1751, und 1754 herausgekommen, weitläuftig beſchrieben.

298. Die Nordlichter, die den Hauptgegenſtand des vorerwähnten Werkes ausmachen, ſind helle

Lufterſcheinungen, die daher ihre Benennung erhalten haben, weil ſie gewöhnlich nach Norden zu, oder am mitternächtlichen Theile des Himmels erſcheinen, und weil ihr Licht, wenn es nahe am Horizonte iſt, dem Anbruche des Tages oder der Morgenröthe gleich ſiehet.

In den Nordländern werden dieſe Nordlichter ſehr ofte geſehen, in Italien aber ſelten. In Paris ſahe man ein außerordentliches den 19ten October 1726, auf welches verſchiedene andere folgten; Herr von Mairan wurde dadurch veranlaſſet, die Urſache dieſer Erſcheinungen zu unterſuchen, und er glaubte ſie in dem Thierkreislichte (297) oder der Sonnenatmoſphäre gefunden zu haben, welche, indem ſie die oberſten Theile unſrer Luft durchdringt, einige leuchtende Theile daſelbſt zurück läßt, die hernach in die Erdatmoſphäre fallen, und ſich mehr oder weniger in ihr ſenken, nachdem ihre beſondre Schwere mehr oder weniger beträgt.

299. Die Nordlichter ſcheinen mir aber mehr Uebereinſtimmung mit den electriſchen Erſcheinungen zu haben; denn ſie ſind vermögend, die Richtung der Magnetnadel ſehr merklich zu verändern; ſie können einzelne metallene Spitzen, die in große Glaßröhren geſtellet ſind, electriſch machen: man verſichert ſogar, bey den Nordlichtern, ein ähnliches Kniſtern, als bey den electriſchen Funken, wahrgenommen zu haben. Bey Erwägung der Uebereinſtimmung, die man bey der magnetiſchen und electriſchen Materie wahrnimmt, würde ich nicht in Verwunderung kommen, wenn die electriſche Materie ſich gegen Norden zöge, und durch die Pole der Erde gienge, überhaupt in den Gegenden, wo die mehreſten Mineralien liegen;

gen; in dieſem Falle, könnte ſie die Nordlichter hervorbringen, die auch in der That, faſt beſtändig in den nordlichen Weltgegenden angetroffen werden, wie mit mehreren zu ſehen in dem Werke Figure de la terre de M M de Maupertuis &c.

Wir haben in dieſem erſten Buche, nur die erſten Gründe der ſphäriſchen Sternkunſt, und die gemeinſte Erkenntniß der Sternbilder und Fixſterne vorgetragen; die Entwickelung ihrer ſcheinbaren oder wirklichen Bewegungen wird im 7ten Buche zu finden ſeyn, ohngefähr der Zeitfolge gemäß, in welcher man ſich damit beſchäfftiget hat, oder der Schwierigkeit, die man antrifft, wenn man die genaueſten Unterſuchungen anſtellt.

Zweytes

Zweytes Buch.

Von den Gründen der Sternkunſt, und den Weltordnungen.

300.

Die erſten Gründe der Sternkunſt, ſind diejenigen, welche die allgemeinſte Anwendung haben, und ſich am meiſten über den ganzen folgenden Theil dieſes Werkes verbreiten. Ich verſtehe hierunter 1) Die Unterſuchung der Bewegung der Sonne, auf welche wir genöthiget ſind, alle andere Bewegungen zu vergleichen; 2) Die Stellungen der Firſterne, welche gebraucht werden, aller andrer Sterne Stellungen genau zu beſtimmen; 3) Das Maaß der Zeit, die Ungleichheiten derſelben, und ihre Gleichung, welches allen aſtronomiſchen Rechnungen den Anfang giebt; 4) Die Art, die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis, und des Auf- und Unterganges eines Geſtirnes zu finden; endlich habe ich dieſen, ſo wie ſich die Gelegenheit darzu dargebothen hat, diejenigen Aufgaben beygefügt, welche die nützlichſten in der ſphäriſchen Aſtronomie ſind.

301. Es könnte zwar die Vermuthung entſtehen, daß man dieſen Theil nicht würde verſtehen können, wofern man nicht einigermaaßen die Regeln der ſphäriſchen Trigonometrie, oder wenigſtens ihre Anwendung erlernet hätte, das iſt, eine Regel de Tri verſtünde, bey welcher Sinuſſe und Logarithmen gebraucht

braucht werden; man kann aber einen ziemlich vollſtändigen Begriff von der Sternkunſt erlangt haben, ohne die Rechnungen derſelben vollführen zu können, und auch dieſen kann man gewachſen ſeyn, ohne die Beweiſe der ſphäriſchen Trigonometrie einzuſehen. Man findet dieſe in den Schriften, des Herrn von Parcieux, Mauduits, Ozanams, Rivards, la Cailles, und Bezouts, ingleichen in meinem großen Werke von der Sternkunſt; und wenn man die Gründe dieſer Wiſſenſchaft einmal durchgeleſen hat, kann man anfangen, ſich in der ſphäriſchen Trigonometrie zu üben, um nunmehro die Aſtronomie zum zweytenmale mit mehr Nutzen zu leſen, beſonders in dem Falle, wenn man die Abſicht hat, dieſe Wiſſenſchaft gründlich zu erlernen, und ſie in Ausübung zu bringen.

302. Es kommt hierbey nur darauf an, drey Dinge wohl zu bemerken, ehe man zur Sache ſelbſt ſchreitet.

1) Die ſphäriſchen Winkel am Himmel, entſtehen dadurch, daß zweene größte Kreiſe einander durchſchneiden; und werden durch einen andern Bogen eines größten Kreiſes gemeſſen, welcher ſeinen Pol in der Spitze des Winkels hat, der gemeſſen werden ſoll; ſo hat der Winkel V (Fig. 18.) den der Aequator VQ, und die Ekliptik VC machen, eben ſo viel Grade als der Bogen CQ, der mit 90° Entfernung von der Spitze V beſchrieben worden; der Bogen iſt das Maaß des Winkels. 2) Die Bogen, welche rechtwinklicht auf einem größten Kreiſe ſtehen, vereinigen ſich im Fortgange alleſammt im Pol dieſes Kreiſes. 3) In jedem Kugeldreyeck, wo man drey Stücke, von den drey Seiten, oder drey Winkeln,

nach

nach Willkühr genommen, mit Beſtimmung kennt, kann man allezeit die drey übrigen nach den Regeln der ſphäriſchen Trigonometrie finden. Dieſe Begriffe mögen genug ſeyn, um das zu verſtehen, was wir in dieſem Buche abzuhandeln haben; ich habe den Anfang dieſes Handbuches, nicht durch einen verdrüßlichen Vorrath von Formeln, und Rechnungen unangenehm machen wollen.

Von der Bewegung und den Ungleichheiten der Sonne.

303. Ein Beobachter, der für ſich eine ordentliche Reihe von Beobachtungen anſtellen, und den Wegen der alten Sternkündiger in ihren Unterſuchungen folgen will, muß mit der Beſtimmung der Polhöhe, oder der Breite des Ortes ſeines Aufenthalts, den Anfang machen (33); er wird die Lage der Ekliptik, oder des Kreiſes, den die Sonne in einem Jahre beſchreibt, wahrnehmen, und die Punkte, in welchen die Ekliptik den Aequator ſchneidet (66), nebſt dem Winkel, den ſie mit dieſem Kreiſe macht, oder die Größe der Entfernung derſelben vom Aequator in den Sonnenſtandspunkten (70) bemerken; und nunmehro im Stande ſeyn, den Fortgang der Sonne in der Ekliptik, und die Punkte, wo ſie jeden Tag ſteht, zu beſtimmen; das iſt die erſte Art der Beobachtungen, die er anzuſtellen, nöthig haben wird.

Es ſey EQ (fig. 21.) der Aequator, HO der Horizont, ES die Ekliptik, die in E $23\frac{1}{2}$ Grad gegen den Aequator geneigt iſt; S die Sonne zu Mittage, in dem Augenblicke, da ſie durch den Mittagskreis SAB gehet; wenn ich unterſuche (Art. 23.), wie viel Grade ihre Höhe über den Horizont beträgt, das iſt,

 wenn

wenn ich den Bogen SB meſſe, und die Aequatorhöhe AB davon abziehe, die immer an einem Orte einerley bleibt (in Paris 41° 10′), ſo wird mir dadurch SA oder der Abſtand der Sonne vom Aequator bekannt, den man die Abweichung der Sonne nennt (91); Nun kennt man in dem Kugeldreyeck SEA, das durch die Bogen vom Aequator, der Ekliptik und den Mittagskreis gemacht wird, den Winkel E von 23½ Grad, und die entgegenſtehende Seite SA, welche die Abweichung der Sonne iſt, nebſt dem Winkel A, der ein rechter iſt, weil die Mittagskreiſe nothwendig auf dem Aequator rechtwinklicht ſtehen (21); und kann dahero durch die ſphäriſche Trigonometrie die Hypothenuſe ES finden, welche die Länge der Sonne, oder ihr Abſtand vom Aequinoctialpunkt E, längſt der Ekliptik gemeſſen, iſt.

304. Exempel. Im Jahr 1752, den 22ſten Merz, habe ich auf der Königlichen Sternwarte in Berlin, mit einem Quadranten von 5 Fuß im Halbmeſſer, die Höhe des Sonnenrandes beobachtet, und ſchloß aus meiner Beobachtung, daß die wahre Höhe des Mittelpunktes der Sonne 38° 22′ 27″ war; vorhero hatte ich die Aequatorhöhe von 37° 28′ 30″ beſtimmt; dieſe von der Sonnenhöhe abgezogen, läßt 0° 53′ 57″ für die wahre Abweichung der Sonne, und indem ich für die Schiefe der Ekliptik 23° 28′ 11″ annahm, habe ich zur Auflöſung des Kugeldreyecks ESA folgende Proportion gemacht: der Sinus von 23° 28′ 11″ oder der Winkel E, verhält ſich zum Sinus von 53′ 57″ der die Seite AS iſt, wie der Sinus totus, der allezeit die Einheit iſt, ſich verhält zum Sinus der Hypothenuſe ES oder der Länge der Sonne, die durch dieſen Satz 2° 14′ 47″ gefunden wurde.

305. Die

305. Die Seite E S, die durch dieſe Proportion gefunden worden, iſt nur der Abſtand von der nächſten Nachtgleiche E; wäre die Beobachtung im Monat September angeſtellet worden, da die Sonne zu der Zeit ſich dem Aequator wieder nähert, und ihre Abweichung abnimmt, ſo würde der Schluß dieſer Proportion nur den Abſtand von der Herbſtnachtgleiche, längſt der Ekliptik gemeſſen, gegeben haben. Es ſey ♈ DKCB ♎ NR, fig. 22. der Aequator in eine gerade Linie gebracht, ♈ H ♎ ♑ die Ekliptik, von welcher die erſte Hälfte ♈ H ♎, weil ſie über dem Aequator oder nach Norden iſt, eine nordliche Abweichung hat, da die ſechs letzten himmliſchen Zeichen ♎ ♑ R eine ſüdliche Abweichung haben; wäre nun die Sonne in G, mit einer Abweichung BG, ſo würde durch vorhergehende Regel, die Hypothenuſe G ♎ gefunden worden ſeyn, und ihre Ergänzung zu ſechs himmliſchen Zeichen ♈ S H G würde die geſuchte Länge der Sonne ſeyn. Wäre die Abweichung der Sonne ſüdlich, als A F, ſo würde ihre Höhe weniger betragen, als die Höhe des Aequators, wenigſtens in unſern nordlichen Ländern; ſo würde man die beobachtete Höhe, von der Höhe des Aequators abziehen müſſen, um die Abweichung zu erhalten: die durch vorhergehenden Satz gefundene Hypothenuſe, würde ♎ A der Abſtand von der Herbſtnachtgleiche ſeyn, zu welcher man 180 Gr. oder den völligen halben Kreis ♈ H ♎ würde hinzuthun müſſen, um die Länge der Sonne, von der Frühlingsnachtgleiche oder vom Witter angerechnet zu finden, das iſt den Bogen ♈ H ♎ A.

Wenn endlich die Abweichung der Sonne noch ſüdlich und wie P Q wäre, zwiſchen dem Winter-

punkte ♑ und dem Frühlingspunkte R, ſo würde durch unſre Regel nur die Hypothenuſe P R gefunden werden, und man würde ihre Ergänzung zu zwölf himmliſchen Zeichen oder zu 360 Gr. nehmen müſſen, um die völlige Länge ♈ S H G A P zu erhalten, die von Abend gegen Morgen, von dem Punkte, wo man die Längen zu zählen angefangen, würde genommen ſeyn.

306. Hierinnen beſtehet die Art, der ſich die alten Sternkündiger bedienten, um für jeden Tag, die Länge der Sonne, aus ihrer Höhe und Abweichung zu finden (Copernic. Libr. II, Cap. 14.). Die neueren Sternkündiger, haben ein Mittel geſucht, ſich bey dieſer Art, von der Nothwendigkeit los zu machen, die Aequatorhöhe und folglich die Abweichung der Sonne zu ſuchen; nach Flamſteeds Art, welcher de la Caille, und alle andre Sternkündiger folgen, vergleicht man den Stand der Sonne mit einem Sterne E oder L (fig. 22.), wenn ſie mit dem Sterne in einerley Parallelkreiſe ſteht, oder wenigſtens gleichweit davon entfernt iſt; durch dieſe zwo Beobachtungen, da eine vier oder fünf Monate nach der andern angeſtellet wird, erhält man die Unterſchiede der geraden Aufſteigungen B C und C D, das iſt die ganze Bewegung B D, von welcher die Hälfte B K die Ergänzung von B ♎ oder ♈ D iſt, oder der geraden Aufſteigung der Sonne.

Solchergeſtalt wird der Ort der Sonne, und folglich ihre Ungleichheiten beſtimmt: denn wenn man die Größe des Sonnenjahres (80) weiß, oder die Zeit, die ſie nöthig hat 360° zu durchlauffen, ſo iſt leicht zu finden, wie viel Grade der Länge ſie alle Tage im Jahre

haben

haben muß, und zu beobachten, ob dieſes mit den Graden der wahren Länge, von einem Tage zum andern übereinſtimmt. Man muſte gar bald wahrnehmen, daß die Sonne wirklich bisweilen 2° weiter fortgerückt war, als es ſeyn ſollte, wenn man der mittlern, gleichen und einförmigen Länge folgte, die für alle Tage des Jahres verhältniß mäßig abgetheilet war, und daß nach 6 Monaten, die wahre Länge gegentheils wiederum weniger, oder kleiner als 2° war, als die mittlere Länge anzeigte.

307. Wenn man 360° oder 1296000″ in 365 $\frac{1}{4}$ Theile theilet, ſo findet man daß die Sonne täglich 59′ 8″ $\frac{3}{10}$ machen muß; wenn demnach dieſe Größe, 365 mal immer zur vorigen hinzugethan wird, ſo iſt für jeden Tag leicht zu finden, wie viel Grade und Minuten die Länge der Sonne haben muß, wenn angenommen wird, daß ſie ordentlich und gleichmäßig zunimmt, das iſt, alle Tage gleichviel wächſt; die für jeden Tag ſolchergeſtalt gefundene Länge, da die tägliche Bewegung oder 59′ 8″ immer zugeſetzet worden, heiſt nunmehro die **mittlere Länge.**

308. Wenn die Sternkündiger ein ganzes Jahr hindurch nach vor erwähnter Art (303), den wahren Ort der Sonne in der Ekliptik, alle Tage, zu Mittage beobachtet hatten, wurden ſie gewahr, daß die wahre beobachtete Länge, nicht immer der mittlern Länge, die für jeden Tag voraus berechnet war, gleich blieb: die wahre Länge der Sonne iſt der mittlern Länge nur zu Anfange des Januarius und Julius gleich; ſie iſt im April ohngefähr 2°, oder genauer 1° 55′ 31″ größer, das iſt, den erſten April iſt die Sonne wirklich in dem Punkte, wo ſie den dritten oder zween Tage darnach ſeyn ſollte, wenn ſie gleichförmig in der Ekliptik, vom erſten Januarius an, fortgegangen wäre, und wenn

ihre wahre Länge beſtändig ihrer mittlern Länge gleich geblieben wäre; im Gegentheil hat die wahre Länge zu Anfange des Octobers, um eben dieſe Größe weniger zugenommen, als die mittlere Länge beträgt: dieſe Ungleichheit der Sonne, oder dieſen Unterſchied nennt man die **Gleichung der Sonnenbahn**, oder die **Gleichung des Mittelpunktes.**

309. Die erſte Vorſtellung, die man ſich von der Urſache dieſer Ungleichheit machen muſte, war, daß ſie nur ſcheinbar ſeyn könnte. Die alten Weltweiſen behaupteten, daß die Sonne einen Kreis beſchreiben müſſe, weil dieſer unter allen Figuren die vollkommenſte iſt, ſie müſſe ihn auch gleichförmig beſchreiben, weil dieſe gleichförmige Bewegung unter allen die vollkommenſte iſt; wenn aber die Erde, auf welcher wir unſern Wohnplatz haben, nicht der Mittelpunkt dieſes Kreiſes iſt, ſo ſcheinen alſobald die von uns entfernteſten Theile dieſes Kreiſes, kleiner als die nächſten Theile, und die Bewegung der Sonne ſcheint uns in den entfernteſten Theilen langſamer zu ſeyn. Es ſey E (Fig. 23) der Mittelpunkt des Kreiſes N A P B, den die Sonne in jedem Jahre beſchreibt, und F ein anderer Punkt, wo die Erde ſtehen mag; ſo wird die Sonne, wenn ſie in N ſteht, weiter von uns entfernt ſeyn, als wenn ſie in P iſt, die Räume welche ſie in jedem Tage durchläuft, werden uns viel kleiner ſcheinen, und die Sonne wird längere Zeit nöthig haben, den Theil B A zu durchlauffen, als den Theil C D, ob uns gleich einer ſowol als der andere 90 Grad zu ſeyn ſcheint, weil ſie durch die rechten Winkel B F A, und C F D gemeſſen worden.

Wenn man durch den Mittelpunkt E, die Linien G E, H E, zieht, die ebenfalls rechte Winkel machen, ſo wird man leicht ſehen, daß das Viertheil des mitt-

lern

ſern Umlaufs von G nach H geht, obgleich das Viertheil des wahren Umlaufs, nur von A nach B ſtatt findet: die Bogen B H und A G bezeichnen die Ungleichheit der Sonne.

310. Der Punkt N der Sonnenbahn, welcher am weiteſten von der Erde entfernt iſt, heißt die **Erdferne**, Apogeum *) und der entgegenſtehende Punkt P, wo die Sonne uns am nächſten iſt, wird die **Erdnähe**, Perigeum **) genennt; die Länge E F oder der Abſtand des Mittelpunkts der Sonnenbahn, von dem Punkte in welchen der Beobachter zu ſeyn, angenommen wird, heißt die **Eccentricität der Sonne**; der Abſtand der Sonne von der Erdferne, heißt die **Anomalie** ***) zum Beyſpiel iſt dieſes der Bogen A N, wenn die Sonne in A iſt. Wenn wir in folgendem Buche werden bewieſen haben, daß die Erde eigentlich eine ähnliche Bahn um die Sonne beſchreibt, ſo wird der Punkt N, wo die Erde ihren weiteſten Abſtand von der Sonne F hat, die **Sonnenferne**, Aphelium †) und der Punkt P der ihr am nächſten ſeyn wird, die **Sonnennähe**, Perihelium genennt werden.

Man legt auch überhaupt den beyden entfernteſten Punkten einer Bahn N und P, den Namen Apſides ††) bey, wenn man ſie in Vergleichung mit dem Punkte

 F wo

*) Ἀπὸ, longe, procul.
**) Περὶ, propter. γῆ, Terra.
***) Ἀνώμαλος, inæqualis: Anomalia heißt eigentlich in der Aſtronomie, indicatio, oder argumentum inæqualitatis.
†) Ἀπὸ, longe; περὶ, prope; Ἥλιος, Sol.
††) Apſis oder Ἀψὶς, curuatura in rotam, es bedeutet auch eine Schildkröte, weil die Apſides die Punkte ſind wo die Bahn ſich ſo zu ſagen zurückbiegt, indem ſie ihre Richtung ändert.

F wo der Beobachter ſeinen Stand hat, und um welchen die Bewegung geſchiehet, betrachtet.

311. Was wir durch einen eccentriſchen Kreis erkläret haben, kann ebenfalls durch einen homocentriſchen Kreis erkläret werden, das iſt, deſſen Mittelpunkt, mit dem Mittelpunkt der Erde ſelbſt, übereinkömmt, welcher einen Epicykel trägt. Es ſey F (fig. 24) der Mittelpunkt des Kreiſes A B L, den die Sonne, der Annehmung gemäß, um die Erde, die im Mittelpunkte ſteht, beſchreibt; G H K ein kleiner Kreis, der Epicykel genennt wird, deſſen Mittelpunkt B, den Umfang A B L von Abend gegen Morgen gleichmäßig durchläuft indem die Sonne ſelbſt den Epicykel nach entgegengeſetzter Richtung von G nach H oder von Morgen nach Abend durchläuft. Man nimmt hier an, daß der Punkt G des Epicykels, den man das Apogeum nennt, weil er am weiteſten von der Erde abſteht, ſich bey Anfange der Bewegung, auf den Halbmeſſer F A befunden habe; man nimmt den Bogen G H von eben der Anzahl Graden an, als den Bogen A B, und der Punkt H iſt der Ort, wo man annimmt daß die Sonne ſtehe, indem der Punkt B der Mittelpunkt des Epicykels iſt. Wenn wir nun ferner F E parallel und gleich mit B H nehmen, und aus dem Punkte E als Mittelpunkte, einen andern Kreis N H P C, deſſen Halbmeſſer E H, gleich iſt F B oder F A, beſchreiben; ſo wird dieſer Kreis N H C ganz richtig eben das thun, was der eccentriſche, nach voriger Meynung (309) wie Ptolomäus annahm, von der Sonne beſchriebene, that; der Winkel N E H iſt in beyden Fällen eben derſelbe, es iſt die wahre und gleichförmige Bewegung der Sonne, die dem Bogen N H gleich iſt, indem die aus dem Punkt P geſehene Bewegung, viel kleiner iſt. weil der Abſtand der Sonne

in

in der Erdferne FN, viel größer iſt als der Abſtand FP in der Erdnähe; der Bogen NH der nach der erſten Hypotheſe auf den eccentriſchen Kreiſe beſchrieben worden, iſt eben derſelbe als der Bogen AB den der Mittelpunkt des Epicykels nach der zwoten Hypotheſe beſchrieben hat; der eine iſt wie der andere der Zeit gemäß, das iſt, er wächſet täglich 59′ 8″: die Ungleichheit nach der erſten Hypotheſe, beſtehet darinnen daß der Bogen NH aus dem Punkte F geſehen wird, anſtatt daß er aus ſeinem Mittelpunkte E ſollte geſehen werden; und nach der Hypotheſe der Epicykel, iſt allezeit die Größe NH, aus dem Punkte F geſehen, der wahre Bogen den die Sonne beſchreibt, weil er bey Anfange der Bewegung in N war, und nun in H gekommen iſt. Auf ſolche Art erklärte man nach dieſen beyden Hypotheſen, die ſcheinbare Ungleichheit der Sonne, wie ſie von der Erde geſehen wird, da man die Bewegung der Sonne kreisartig und gleichförmig annahm.

512. Dieſe Ungleichheit der Sonne, welche die Alten alle entweder durch die eccentriſche Bahn, oder durch den Epicykel erklärten, wurde eben ſo bey den Planeten wahrgenommen, die wirklich alle, eccentriſche Bahnen haben; es läßt ſich aber dieſe Ungleichheit nicht eher meſſen, als zur Zeit ihrer Zuſammenkunft mit der Sonne (coniunctione), oder ihrer entgegengeſetzten Stellung (oppoſitione), das iſt, wenn ſie an eben dem Orte ſtehen, wo die Sonne iſt, oder ihr gerade entgegengeſetzt ſind. Wenn ſie zur rechten oder linken der Sonne ſtehen, und in Anſehung unſer, nicht in einer Linie mit dieſem Geſtirne ſind, ſo haben allezeit die Planeten für uns eine andre Ungleichheit, die noch viel beträchtlicher iſt: dieſe kömmt daher, daß wir unſern Stand nicht in der Sonne haben, auf welche ſich

wirklich ihre Bahnen richten, und um welche ſie ihren Lauf haben; die Alten aber, denen dieſe Erklärung unbekannt war, und von dieſer zwoten Ungleichheit keine Urſache einſahen, befriedigten ſich, in einen zweeten Epicykel die Erklärung zu finden, oder in einem eccentriſchen Kreiſe, auf welchen ſie einen Epicykel ſetzten (380).

313. Die Mittagshöhe der Sonne, die zu Beſtimmung ihrer Länge dienlich war (303), kann auch gebraucht werden, ihre gerade Aufſteigung zu finden: wenn man die Abweichung AS (fig. 21.) kennt, ſo kann man in dem Dreyeck SEA, von welchen drey Stücke bekannt ſind, auch die Seite AE finden, welche den Abſtand der Sonne vom Aequinoctialpunkte, auf dem Aequator gezählet, giebt, und den Winkel S, den die Ekliptik ES, und der Abweichungskreis SA machen; die Ergänzung zu dieſen letzten Winkel, iſt der Winkel den der Breitenkreis, und Abweichungskreis machen, und der Poſitionwinkel genennt wird.

314. Wenn man für jeden Tag, die Länge oder gerade Aufſteigung der Sonne weiß, ſo iſt es leicht, den Tag und Stunde zu finden, wenn die Nachtgleiche eintritt, das iſt, wenn die Sonne null zur Länge hat, und wenn ihre gerade Aufſteigung, und ihre Abweichung gleichfalls null ſind. Die Alten beobachteten die Nachtgleichen vermittelſt eines Kreiſes oder Ringes von Kupfer, der in gleiche Neigung mit dem Aequator geſtellet war, deſſen innere Höhlung am Tage da die Sonne in die Fläche des Aequators trat, nicht beſchienen wurde.

315. Die Größe des Sonnenjahres iſt auch eine Folge von der Beſtimmung der Nachtgleichen, denn die

die Zeit, von einer Nachtgleiche bis zu der im folgenden Jahre, iſt die Größe des Sonnenjahres, oder die Wiederkunft der Jahreszeiten. Wenn man zween Eintritte der Sonne in einerley Punkt der Nachtgleiche, deren Beobachtungen eine Zwiſchenzeit von tauſend Jahren haben, nimmt, und theilt dieſe ganze Zwiſchenzeit in tauſend Theile, ſo erhält man die Jahreszeit noch genauer; auf ſolche Art, habe ich ſie gefunden 365 Tage 5 St. 48′ 45″. Von dem Sternjahre das auf die Sterne und nicht auf die Nachtgleichen verglichen wird, welches für die Zurückkunft der Sonne einen kleinen Unterſchied macht (321) werden wir in folgenden ſagen.

316. Die gerade Aufſteigung der Sonne, die durch vorhergehende Art, unmittelbar gefunden worden, dient auch die für die Sterne zu finden, und ein Verzeichniß von ihnen zu machen. Denn die Erkenntniß der Länge eines Sternes oder jedes andern Geſtirnes zu erhalten, muß derſelben gerade Aufſteigung und Abweichung vorher beobachtet werden. Um die gerade Aufſteigung eines Geſtirns zu erlangen, iſts genug ſie mit der Sonne zu vergleichen, deren gerade Aufſteigung für jeden Tag, nach der, Art. 313. angewieſenen Art, gefunden werden kann, oder auch durch einen von den Sternen, der zugleich mit beſtimmt worden. Die Aufgabe ſchränkt ſich alſo darauf ein, die gerade Aufſteigung der Sonne zu finden; das iſt hier das von der Natur feſtgeſetzte Ziel, von welchen man den Anfang machen, und auf welches man alles vergleichen muß. Denn die Längen werden von einem Punkte angerechnet, der nur durch die Bewegung der Sonne gegeben und bekannt wird, (weil es der Durchſchnitt des Weges der Sonne mit dem Aequator iſt); dieſer Punkt iſt

am

am Himmel nicht bezeichnet, die Sonne allein iſt es, welche uns dieſe Stelle anzeigt: es kann dahero nicht anders als durch die Sonne geſchehen, daß man den Abſtand eines Geſtirns vom Aequinoctialpunkte beſtimmt, wenn man den Abſtand des Geſtirns von der Sonne beſonders, und ihren Abſtand von der Nachtgleiche beſtimmt.

317. Wenn man eine genaue Erkenntniß der geraden Aufſteigung der Sonne oder eines Sternes erlangt hat; ſo beobachtet man den Unterſchied, der zwiſchen ihrem Durchgange durch den Mittagskreis, und dem von andern Sternen ſtatt findet, und daraus ſchließt man die gerade Aufſteigung eines jeden. Um die Stunde des Durchganges eines Sternes durch den Mittagskreis, oder den Unterſchied der Zeit ſeines Durchganges und eines andern Sternes zu finden, könnte man ſich zwar einer Mittagslinie bedienen, auf welcher man Bleylothe aufgerichtet hätte; man bedient ſich aber jeßo der übereinſtimmenden Höhen (322) oder eines Fernrohres, welches ſich um eine Horizontal liegende Axe bewegen läßt, ohne aus der Mittagsfläche zu kommen.

Die Abweichung eines Sternes zu erhalten, iſts genug die Mittagshöhe deſſelben zu beobachten, und den Unterſchied zwiſchen dieſer und des Aequators Höhe zu nehmen, ſo wie wir bey der Sonne gethan haben (303).

318. Wenn die gerade Aufſteigung und Abweichung eines Geſtirns bekannt iſt, ſo wird ſeine Länge und Breite durch die ſphäriſche Trigonometrie gefunden; wegen des Gebrauches der Sinnſſe aber, muß man bedacht ſeyn, anſtatt der gegebenen geraden Aufſteigung,

den

den Abſtand vom nächſten Aequinoctialpunkte zu nehmen (305).

Es ſey AE (fig. 25) die gerade Aufſteigung eines Geſtirns, oder ſein Abſtand von der nächſten Nachtgleiche, der auf dem Aequator gezählet worden, und weniger als 90° beträgt; AS die Abweichung eben deſſelben Geſtirnes, oder ſein Abſtand vom Aequator, EC die Ekliptik, SB die geſuchte Breite des Geſtirns S, durch einen auf der Ekliptik ſenkrecht ſtehenden Bogen, gemeſſen, und EB die Länge deſſelben, oder vielmehr der Abſtand vom nächſten Aequinoctialpunkte, auf der Ekliptik gezählet; ſo kann man ſich einen größten Kreis ES vorſtellen, der vom Aequinoctialpunkte durch das Geſtirn gehet, und ein in A rechtwinklichtes Kugeldreyeck SEA, mit der geraden Aufſteigung und Abweichung des Geſtirns bilden wird, ferner auch ein anderes in B rechtwinklichtes Kugeldreyeck SBE, mit der Länge und Breite deſſelben Geſtirnes. Das Dreyeck SAE das in A rechtwinklicht iſt, und zwo bekannte Seiten enthält, muß man vorhero auflöſen, ſo findet ſich dadurch der Winkel SEA, und die Hypothenuſe SE. Durch den gefundenen Winkel SEA, und den Winkel BEA der die Schiefe der Ekliptik von $23\frac{1}{2}$ Graden iſt, erhält man den Winkel SEB, welcher der Unterſchied derſelben ſeyn wird, wenn der Punkt S, und der Punkt B beyde über, oder beyde unter dem Aequator EA ſind; im Gegentheil wird der Winkel SEB die Summe des Winkels SEA und der Schiefe der Ekliptik AEB ſeyn, wenn das Geſtirn S, und der Punkt B der ihm in der Ekliptik zukommt, eines nach Norden, das andere aber nach Süden des Aequators ſteht, wie in der 26ſten Fig. Wenn nun ſolchergeſtalt der Winkel SEB gefunden worden, ſo bedient man ſich deſſel-

deſſelben mit der Hypothenuſe SE, um die Länge EB, und die Breite BS eines auf die Ekliptik verglichenen Geſtirns zu beſtimmen: durch dieſe Art ſind die Verzeichniſſe der Fixſterne verfertiget worden, in welchen die Längen und Breiten eines jeden, in Zeichen, Graden, Minuten und Secunden angezeigt ſind. Die beträchtlichſten von dieſen, ſind das Engliſche Sternverzeichniß von Flamſteed, und das von de la Caille über die ſüdlichen Fixſterne.

Bey der Berechnung der Länge eines Sternes, iſt es leichte, zugleich auch den Poſitionswinkel BSA, den der Breitenkreis BS, und der Abweichungskreis SA machen, mit zu finden. Er würde eben ſowohl nach der 27ſten Figur zu erhalten ſeyn, wenn angenommen wird, daß PZ der Kolur der Sonnenſtandspunkte, P der Weltpol, und Z der Pol der Ekliptik ſey, ferner der Winkel P die Ergänzung der geraden Aufſteigung, der Winkel Z die Ergänzung der Länge, PS die Ergänzung der Abweichung, ZS die Ergänzung der Breite ſey; ſo kann man drey von dieſen Größen nehmen, um daraus den Poſitionwinkel PSZ zu finden.

319. Nachdem auf ſolche Art, die Stellungen verſchiedener Sterne beſtimmt waren, mußte man bald wahrnehmen, daß ihre Längen nach und nach zunahmen. Hipparchus von Rhodus, der | berühmteſte unter den alten Sternkündigern, erkannte 128 vor Chriſti Geburt, daß die Längen der Sterne in Anſehung der Aequinoctialpunkte, viel größer waren, als nach den Beobachtungen des Tymochares und Ariſtyllus, 294 Jahr vor Chriſti Geburt, und nach des Eudoxus Beſchreibung der Himmelskugel, die 400 Jahr vor Chriſti Geburt gemacht war, ſich

aber

aber auf noch viel ältere Zeiten erſtreckte. Dieſe Veränderung der Längen der Sterne, iſt heut zu Tage noch viel deutlicher zu merken, wenn man das Verzeichniß des Ptolomäus mit unſern, oder ſeine aufgezeichneten Beobachtungen mit denen vergleicht, die von uns angeſtellet werden.

Die Kornähre der Jungfer ſtund nach den Beobachtungen des Hipparchs, 128 vor Chriſti Geburt, 6 Grad vor dem Punkte der Herbſtnachtgleiche, das

iſt, ihre Länge war	5 Zeichen 24 Gr. 0 Min.
man findet aber für 1750 dieſe Länge	6 Zeichen 20 Gr. 21 Min.
Der Unterſchied oder Zunahme beträgt	26 Gr. 21 Min.

320. Nach einer großen Anzahl ähnlicher Vergleichungen, finde ich die Veränderung der Sterne, oder das Vorrücken der Nachtgleichen von 1 Gr. 23′ 10″ binnen hundert Jahren, und daß der völlige Umlauf der Sterne, oder vielmehr der Nachtgleichen in Anſehung der Sterne, 25972 Jahren ausmacht. Dieſe Größe iſt aber nicht vollkommen gleichförmig, denn es findet ſich von einem Jahrhunderte zum andern einiger Unterſchied (758).

321. Weil die Sterne nicht immer einerley Abſtand von den Nachtgleichen behalten, ſondern ſich jährlich um 50″ davon entfernen, ſo kommt die Sonne 20′ ſpäter zu eben denſelben Sternen, als zu den Nachtgleichen, weil ſie zu einem Wege von 50 Secunden, 20 Min. Zeit braucht; dieſe Zurückkunft iſt das, was man ein ſideriſches oder Sternjahr nennt, die Länge dieſes Jahres iſt 365 Tage, 6 St. 9′ 11″, da die Wiederkunft der Jahreszeiten,

die

die auch das tropiſche Jahr genennt wird, nur von 365 Tagen, 5 St. 48′ 45½″ iſt; dieſes tropiſche oder Sonnenjahr nimmt man, die bürgerlichen Jahre daraus zu machen, die von 365 und bisweilen von 366 Tagen ſind.

Vom Gebrauche der übereinſtimmenden Höhen. (altitudines correſpondentes.)

322. Weil die Art, nach welcher wir die Oerter der Sonne und der Fixſterne gefunden haben, die Unterſchiede der geraden Aufſteigung zum Grunde hat (316), ſo iſt nöthig, hier die leichteſte und richtigſte Art anzuzeigen, die man gebrauchen kann, die Unterſchiede der geraden Aufſteigung, oder die Unterſchiede der Durchgänge zweener Sterne durch den Mittagskreis, zu beſtimmen, oder den Augenblick zu finden, wenn jeder von zween Sternen durch den Mittagskreis gegangen iſt.

Bey Erklärung der Art, wie eine Mittagslinie zu ziehen iſt (155), hat man wahrnehmen können, daß die Geſtirne eine Stunde vor dem Durchgange durch den Mittagskreis, und eine Stunde darnach, gleiche Höhen haben; um dahero die Zeit ganz genau zu wiſſen, wenn ein Stern durch den Mittagskreis geht, iſts genug, vermittelſt einer Uhr, die zu Beobachtungen gebraucht werden kann, den Augenblick zu beobachten, da er ſich in einer gewiſſen Höhe, gegen Morgen, beym Aufſteigen, und vor ſeinem Durchgange durch den Mittagskreis, befunden hat, und gleich darauf den Augenblick, da er ſich in gleicher Höhe, beym Abſteigen, gegen Abend und nach ſeinem Durchgange durch den Mittagskreis befindet: das Mittel zwiſchen dieſen beyden Zeitpunkten auf der

Uhr,

Uhr, wird die Zeit ſeyn, welche die Uhr wieß, da das Geſtirn im Mittagskreiſe ſtund.

323. Es ſey der Sonnenrand, des Morgens mit einem Quadranten, wovon wir bald eine Beſchreibung geben werden, beobachtet, und ſeine Höhe 21° befunden worden, da die Uhr 8 St. 50′ 10″ wieß; es ſey auch etliche Stunden darnach, da die Sonne durch den Mittagskreis gegangen, ihre Höhe wieder 21° gegen Abend, gefunden worden, und in dem Zeitpunkte, da die Uhr 2 St. 50′ 30″ wieß; man verlangt zu wiſſen, wie viel Zeit zwiſchen 8 St. 50′ 10″ des Morgens und 2 St. 50′ 30″ des Abends verfloſſen ſey; von dieſem Zeitraum nimmt man die Hälfte, und findet dadurch den Augenblick des Mittages, auf der Uhr, die hierzu gebraucht wurde, ſie mag übrigens mit der Zeit übereinſtimmen oder nicht.

324. Das Mittel zwiſchen dieſen zween Zeitpunkten zu finden, muß man, einer Regel der gemeinſten Rechenkunſt zu folge, die beyden Zahlen addiren, und ihre Summe halbiren: anſtatt der 2 Stunden aber, die Nachmittag fallen, muß man 14 Stunden ſchreiben, weil angenommen werden muß, daß die Uhr, die Stunden in natürlicher Ordnung, von 8 Stunden bis 14 nach einander gewieſen habe, da ſie hingegen in der That, und dem Gebrauche der Uhrmacherkunſt gemäß, um 12 die letzte Zahl erreicht hat, um wieder 1, 2 ꝛc. anzufangen. Dieſe Unregelmäßigkeit der Uhr, würde die Rechnung in Unordnung bringen, wenn man nicht darauf Acht haben wollte.

Die Stunde, da der Sonnenrand 21 Gr. Vormittag war .	8 St. 50′ 10″.
Die Stunde, da der Sonnenrand 21 Gr. war Nachmittag .	14 50 30
Summe beyder Zahlen	23 St. 40′ 40″
Hälfte dieſer Summen	11 50 20

Die Uhr wieß alſo, da die Sonne ihre größte Höhe im Mittagskreiſe erreicht hatte, und von beyden beobachteten Höhen gleich weit abſtund, 11 St. 50′ 20″ das iſt, ſie blieb von der Sonne zurück 9′ 40″. Die Sternkündiger beunruhigen ſich wenig darüber, daß ihre Uhren zu früh oder zu ſpät gehen, wenn ſie nur genau wiſſen, um wieviel ſie voraus oder nach gehen, und nach vorhergehender Art wiſſen ſie dieſes allezeit. Dieſe Auflöſung hat keines Beweiſes nöthig; man ſieht leicht ein, daß von 8 St. 50 Min. 10 Sec. zu 11 St. 50′ 20″, ein Zeitraum von 3 St. 0′ 10″ iſt, und daß einerley Zwiſchenzeit, zwiſchen 11 St. 50′ 20″ und 2 St. 50′ 30″ Nachmittag ſey.

325. Man iſt gemeiniglich nicht damit zufrieden, nur ein einziges mal des Vormittags die Höhe des Sonnenrandes zu meſſen, und eben daſſelbe ein einziges mal Nachmittags zu wiederholen, um den Zeitpunkt des Mittags zu beſtimmen; ſondern man nimmt acht bis zehn dergleichen Vormittag und eben ſo viele Nachmittag, auf eben denſelben Rand der Sonne, und eben dieſelben übereinſtimmenden Grade gerichtet, man vergleicht jede Höhe des Vormittags, mit der des Nachmittags, die bey einerley Grade genommen worden, und ſo erhält man ſo viele verſchiedene Beſtimmungen, als Grade oder Höhen verglichen worden ſind. Hätte man nun nach aller Schärfe richtig

richtig verfahren, ſo würde jede einerley Beſtimmung geben; es iſt aber ſelten, daß nicht eine Secunde Unterſchied vorkommen ſollte, alsdenn aber nimmt man das Mittel von allen Beſtimmungen, indem man ſie alle zuſammen addiret, und die Summe durch die Anzahl derſelben dividiret.

326. Die vorhergehende Verrichtung ſetzt zum voraus, daß die Sonne des Vormittags und Nachmittags einen und eben denſelben Parallelkreis beſchrieben habe, daß ihr aufſteigender Bogen, vollkommen dem abſteigenden Bogen gleich geweſen, oder daß ſie von 9 Uhr Vormittags, bis 3 Uhr Nachmittags einerley Abſtand vom Aequator behalten habe, dadurch ihr Stundenwinkel (201) eben derſelbe bey einerley Höhe geblieben. Es iſt aber dieſe Vorausſetzung nicht nach der Schärfe richtig, denn die Sonne beſchreibt alle Tage, nach ſchiefer Lage in der Ekliptik ohngefähr einen Grad, ſie nähert oder entfernt ſich dahero nothwendig ein wenig dem Aequator, und dieſe Größe ſteigt bisweilen auf eine Minute vom Grade, in einer Stunde.

327. Es iſt gezeigt worden (119), daß der Tagebogen des Parallelkreiſes, den ein Geſtirn in der ſchiefliegenden Weltkugel beſchreibt, deſto größer iſt, je näher ein Geſtirn dem erhöhten Pol ſtehet, das iſt in Anſehung unſrer, weiter nach Norden ſteht; eben dieſe Beſchaffenheit hat es mit dem halben Tagebogen (arcus ſemidiurnus), oder dem Bogen des Parallelkreiſes, der zwiſchen dem Mittagskreiſe und dem Horizonte enthalten iſt: wenn die Sonne bey ihrem Untergange dem Pol näher iſt, als bey ihrem Aufgange, ſo iſt der halbe Tagebogen nach Mittage, größer, als der halbe Tagebogen Vormittag, das iſt,

ſie hat mehr Zeit gebraucht, vom Mittage bis zum Untergange, als ſie vom Aufgange bis zum Mittage nöthig gehabt; es hat ſich alſo der wahre Mittag, nicht in gleichem Abſtande vom Auf- und Untergange befunden; es würde dahero nicht genug ſeyn, das Mittel zwiſchen dem Auf- und Untergange der Sonne zu nehmen, um den Punkt des Mittages zu erhalten. Nähme man dieſes Mittel, ſo würde eben das geſchehen, als ob man die beyden halben Tagebogen, in Zeit ausgedruckt, zuſammen addirte, und von der Summe die Hälfte nähme, wie wir eben jetzt gethan haben (324). Wenn aber in der That, eine von den beyden Zahlen, um 40″ größer iſt als die andere, ſo wird die halbe Summe 20″ größer ſeyn müſſen, als die erſte Zahl, und man wird 20″ zu viel gefunden haben; es würden demnach 20″ (in dem Falle, da die Sonne ſich dem erhöhten Pol genähert hat), von der halben Summe, oder dem gefundenen Mittel zwiſchen dem Auf- und Untergange, abgezogen werden müſſen, um den Zeitpunkt des wahren Mittages zu erhalten. Das zwiſchen beyden Zeitpunkten genommene Mittel, iſt von dem Auf- und Untergange gleich weit entfernt; es hat davon gleichen Abſtand, weil ein richtiges Mittel zwiſchen beyden genommen worden; es iſt aber der Mittag näher bey der aufgehenden Sonne, und ſie iſt eher in den Mittagskreis getreten, als in den Punkt, der die Mitte zwiſchen ihrem Auf- und Untergange angiebt, von dieſem Mittel muß demnach etwas abgezogen werden, um den Zeitpunkt des wahren Mittages zu erhalten.

328. Was wir hier vom Auf- und Untergange der Sonne ſagen, findet auch bey jeder Höhe ſtatt,

zum

zum Beyſpiel, bey einem Parallelkreiſe mit dem Horizonte, den man von 21° Höhe angenommen hat. Die Zeit, welche die Sonne nöthig haben wird, von dieſem 21° erhöhten Parallelkreiſe mit dem Horizonte, bis zum Mittage aufzuſteigen, wird kürzer ſeyn, als die Zeit, die ſie anwenden wird, vom Mittage, bis wieder zu eben dieſem Parallelkreiſe Nachmittag zu kommen, wenn die Sonne, während dieſer Zeit höher gegen den Pol aufgeſtiegen iſt: anſtatt der halben Tagebogen, von welchen wir geſagt haben, werden hier die Stundenwinkel (201) den Zuwachs erhalten; es wird dahero etwas von dem Mittel, das zwiſchen den Zeiten zwoer gleichen Höhen liegt, abgezogen werden müſſen, um den wahren Mittag zu finden. Das Gegentheil würde geſchehen müſſen, wenn die Sonne, anſtatt dem Nordpol näher zu kommen, ſich vom Morgen bis zum Abend davon entfernt hätte, da wird der Stundenwinkel gegen Abend viel kleiner ſeyn, als der gegen Morgen, und nun würde etwas weniges zu dem Punkte des Mittels hinzugethan werden müſſen, um den wahren Mittagspunkt zu erlangen.

329. Es ſey P der erhöhte Pol (Fig. 27.), Z das Zenith, S die Sonne, ASBC ein Parallelkreis mit dem Horizonte, ſo daß der Punkt B und der Punkt S gleiche Höhen haben; PS ſey der Abſtand der Sonne vom Pol, des Morgens, PB ihr kleiner gewordener Abſtand vom Pol des Abends. In dem Augenblicke, da die Sonne des Abends den Punkt B erreicht, den ich 21° erhöht annehme, ſo wie bey der Beobachtung des Morgens; wird der Stundenwinkel des Abends ZPB, oder der Abſtand der Sonne und ihres Stundenkreiſes PB, vom Mittagskreiſe PZA,

größer ſeyn, als der Stundenwinkel des Morgens ZPS; man erhält dahero zwey Dreyecke ZPS, ZPB, welche die Seite PZ gemein haben, und zwo gleiche Seiten ZS, ZB, jede von 69°, weil ſie die Ergänzung der Höhe ſind, die in beyden Fällen 21° iſt; die Seiten PS und PB ſind um ſo viel verſchieden, als die Abweichung der Sonne, in dem Zwiſchenraume beyder Höhen Veränderung erhalten hat; wenn man nun beyde Dreyecke beſonders auflöſet, um beyde Stundenwinkel ZPS, ZPB zu finden, ſo wird ſich eine Verſchiedenheit zeigen; die Hälfte dieſes Unterſchiedes, durch die Verhältniß von 15° für eine Stunde, in Zeit verwandelt, wird die Verbeſſerung geben, die bey der Zeit des Mittels beyder gleichen Höhen angebracht werden muß, um den wahren Zeitpunkt des Mittages zu erhalten.

330. Wenn man zum Beyſpiel, zu Anfange des Merzmonats, da die Sonne täglich in der Abweichung 22′ 53″ Veränderung macht, um 9 Uhr Vormittags und 3 Uhr Nachmittags, die Höhen nimmt, wird man 20″ finden, die von der Zeit abgezogen werden müſſen, welche die übereinſtimmenden Höhen gaben. Es ſind Formeln gemacht worden, dieſe Gleichung des Mittages zu finden, ohne beyde Dreyecke auflöſen zu dürfen; hier iſt es aber genug, den Weg gezeigt zu haben, der am leichteſten verſtanden werden kann.

Beſchreibung des beweglichen Quadrantens.

331. Das vornehmſte Werkzeug der Sternkunſt, das auch die übereinſtimmenden Höhen, von welchen wir geredet, zu finden, gebraucht wird, iſt der beweglihe

wegliche

wegliche Quadrante; von allen unſern Werkzeugen, iſt dieſes in den älteſten Zeiten im Gebrauche geweſen, es iſt das allgemeinſte, unentbehrlichſte und bequemſte: ich will dahero hier eine Beſchreibung deſſelben beybringen; die Art, ſich den Gebrauch des Quadrantens zu Meſſung der Höhen (23) begreiflich zu machen, iſt bereits vorgeſtellet worden: es iſt nur noch nöthig, die Beſchaffenheit der Theile des Werkzeuges zu erklären, durch welche daſſelbe zu ſeiner größten Vollkommenheit gebracht worden iſt.

Ich will die Beſchreibung auf einen Quadranten richten, der drey Fuß im Halbmeſſer hat, CBA (Pl. V. Fig. 33.). Der Rand, welcher den Umfang ADB macht, iſt durch drey eiſerne Stäbe, CA, CD, CB mit dem Mittelpunkte verbunden, die zween Zoll breit ſind, jeder iſt hinten mit einem Queerbande befeſtiget, das die Biegung verhindert. Im Mittelpunkte der Schwere x des ganzen Körpers des Quadrantens, iſt eine Axe oder Welle, ſenkrecht auf der Fläche des Werkzeuges befeſtiget, die zween Zoll im Durchmeſſer, und 5 bis 6 Zoll Länge hat; dieſe Welle oder Cylinder geht in eine Hülſe oder in einen hohlen Cylinder E, der beſonders in EE (Fig. 37.) vorgeſtellet iſt; dieſes Stück, das man das Knie nennt, beſteht nicht nur aus einer horizontalen Hülſe EE, ſondern auch aus einem andern hohlen Cylinder e, der mit der Hülſe aus einem Stücke gegoſſen iſt, welcher ſenkrecht auf den Fuß des Werkzeuges in n geſetzet wird, auf welchem Fuße ſich daſſelbe frey herum drehen läßt. Um zu verhindern, daß ſich der Quadrante nicht aus ſeiner Stellung verrucket, bringt man hinter die hohle Röhre E (Fig. 33.) eine eiſerne Platte an, die ſie völlig bedecket; dieſe Platte

wird durch eine ſtarke Schraube angezogen, die in die Welle oder Axe des Quadrantens hinein gehet, und ſich mit ihr frey herumdrehen läßt, ohne daß die Axe aus ihrer Röhre herausgehen kann.

Das in der 37ſten Fig. mit VST bezeichnete doppelte Knie, dient nur in dem Falle, wenn der Quadrante horizontal geſtellet, oder gegen den Horizont geneigt werden ſoll, um Winkel auf dem Lande durch ihn zu meſſen.

Ueber der horizontalen Hülſe E, und ſeitwärts der ſenkrechtſtehenden F ſind Ziehſchrauben angebracht, wie unter p zu ſehen, durch welche das Rohr in der Hülſe feſtgeſtellet werden kann, wenn man haben will, daß der Quadrante auf einer beſtimmten Höhe, oder in einem Scheitelkreiſe verbleiben, und ſich nicht herum drehen ſoll.

332. Auf einem von den Halbmeſſern des Quadrantens CB, iſt ein Fernrohr GM befeſtiget; dieſes iſt eine wichtige Erfindung, die Picard im Jahr 1667 zuerſt bey den Quadranten anbrachte: dieſes Fernrohr liegt in einer meſſingenen Hülſe, die in G durch Ränder oder Seitenſtücke befeſtiget iſt, durch welche ſtarke Schrauben gehen, die es mit dem ganzen Werkzeuge dergeſtalt verbinden, daß es auf keine Art verrücket werden kann; an der andern Seite iſt in M die Mikrometerkapſel (534), die ebenfalls durch Seitenſtücke befeſtiget iſt. Das Rohr, das von G nach M liegt, kann von jeder beliebigen Materie gemacht ſeyn, es dient nur, das Licht abzuhalten, das zwiſchen die Gläſer fallen würde, die Feſtigkeit deſſelben kömmt hierbey nicht in Betrachtung; die beyden Stücke G und M aber, in welchen die Gläſer ſtehen, müſſen nothwendig feſte ſeyn, weil durch ihren

ihren feſten Stand, die ſichere Lage der Seheaxe des Fernrohres erhalten wird, welche mit der Fläche des Werkzeuges, und mit dem erſten Halbmeſſer, der durch den Punkt B des 90ſten Grades gehet, aufs ſchärfſte parallel ſeyn muß.

333. Im Mittelpunkte des Werkzeuges C, iſt ein Cylinder von Meſſing, der vollkommen rund gedrehet, und in deſſen Mitte ein überaus richtiger und feiner Punkt eingebohret ſeyn muß. In dieſen Punkt wird die Spitze einer Nadel geſetzet, an welcher der Ring hanget, der das Bleyloth trägt; in der 34ſten Figur iſt der Cylinder A A beſonders vorgeſtellet, nebſt der im Mittelpunkt eingeſetzten Nadel, welche durch ein gekrümmtes Stück Stahl a, getragen wird, worinnen ein Loch gebohret iſt, durch welches die Nadel geſteckt wird, die in den Mittelpunkt des Cylinders hineingehet. Wenn dieſe richtig geſtellet iſt, wird ſie in dem Loche des Stückes a durch eine Schraube feſt angedrücket, die über a zu ſehen iſt. Um die Nadel a, macht man einen Ring oder Schleife von einem Haar, oder ſehr feinen Silberdrat; an dieſen Ring, der ganz nahe an den Cylinder des Mittelpunktes geſetzt wird, hängt man das Loth mit ſeinem Gewichte, das in q (Fig. 33.) zu ſehen; dieſer Faden ſchneidet auf den Theilen des Randes, den Grad der Höhe ab, auf welche das Fernrohr M G gerichtet worden. Das Ende des Cylinders AA (Fig. 34.), das den Mittelpunkt und die Spitze der Nadel trägt, muß etwas abgerundet, oder erhaben gemacht ſeyn, damit ſich der Faden nicht zu ſehr an ihm reibet. Man kann auch anſtatt der Nadel a eine Schraube nehmen, die ſich in eine ſehr feine Spitze endiget, und ſich in dem Stücke a, als in einer Art von Pfanne bewegt.

334. Um den Cylinder, in welchem der Mittelpunkt des Quadrantens iſt, liegt eine breite, und runde Platte von Meſſing, die an dem Gerüſte des Werkzeuges befeſtiget iſt. Auf dieſem Stücke hänget das Fadengehäuſe CH (Fig. 33.); dieſes iſt ein langes Gehäuſe von Meſſing, dünne, und am Mittelpunkt angeſetzt, um welchen es ſich drehet, ſich immer ſenkrecht ſtellet, und den Faden oder das Haar des Bleylothes, ſo vom Mittelpunkte herabhänget, um die Theile zu bemerken, in ſich hält. Dieſes Fadengehäuſe hat einen langen Deckel, der mit zween kleinen Haken verſchloſſen wird, um den Faden für der Bewegung der Luft zu ſchützen; die Figur zeigt ihn nach linker Hand eröffnet. Am untern Theile H, iſt ein weiteres Behältniß; in dieſes ſetzen einige Sternkündiger ein Gefäß mit Waſſer, in welchen das Gewichte des Bleylothes eingetaucht iſt, damit der Widerſtand des Waſſers die Schwünge deſſelben verringere, und ihre Dauer verkürze. Dieſes untere Behältniß, hat einen Deckel Z, an welchem ein Vergrößerungsglas, und eine Lampe mit zwey Dachten iſt. Die Lampe dient, den Rand und den Faden zu beleuchten, um ſehen zu können, auf welchen Theil er zeigt; das Vergrößerungsglas iſt nöthig, um die Punkte groß vorzuſtellen, damit man den Faden des Quadrantens leichter und richtiger auf jeden beliebigen Punkt ſtellen kann.

335. Die Stell- oder Richtſtange LKI, iſt ein nützlicher Zuſatz, der deswegen angebracht iſt, damit der Faden des Lothes, auf jeden beliebigen Punkt des Randes geſtellet werden kann; ſie iſt beſonders und mit allen ihren Theilen in IL (Fig. 35. 36.) vorgeſtellet, man muß aber wiſſen, daß der Theil L

(Fig. 35.)

(Fig. 35.) oben und auf den verlängerten Theil von I (Fig. 36.) geſetzt wird. Die Stange iſt drey Fuß lang, und geht an beyden Enden durch zwo meſſingene Hülſen I, L. Wenn ſie durch die Ziehſchraube c (Fig. 33.) in I feſtgeſtellet wird, die ihre Verrückung in der Hülſe I verhindert, ſo dient das unterſte Ende derſelben, zur Unterſtützung: wenn die Schraube, die in B iſt, gedrehet wird, ſo ſteigt die Hülſe L, welche hinter dem Quadranten, an eine am Rande deſſelben befeſtigte Leiſte, durch ein Stück oder doppeltes Blatt r, vermittelſt eines Zapfens, der durch beyde Blätter und die Leiſte geht, feſt gemacht iſt; wird nun ſolchergeſtalt die Hülſe L bewegt, ſo drehet ſich der Quadrante um das Mittel in x.

336. Die Art, wie die Schraube B an die Hülſe L angeſetzet iſt, erſcheint genugſam in der 35ſten Figur. Dieſe Hülſe iſt oben ausgeſchnitten, an ihrer obern Fläche iſt ein Blatt eingefügt, in welchem ſich eine Schraube drehet, die durch einen Reifen gehalten wird, oder nur unten in der Hülſe mit einem Stifte vernietzet iſt. Dieſe Schraube, die mit der Hülſe verbunden iſt, treibt fort, wenn man ſie am Kopfe B, der am Ende der Stange iſt, drehet, weil die Stange am andern Ende feſtgeſtellet worden; die Schraube bringt auch den Quadranten im Fortgang, der die Bewegung der Hülſe annehmen muß, weil ſie durch den Anſatz in r mit ihm verbunden iſt.

337. Am untern Ende I der Richtſtange, iſt eine ähnliche Einrichtung zum Fortſchieben gemacht worden, daß der Beobachter, der den Faden des Lothes in q genau zu betrachten beſchäfftiget iſt, auch den Quadranten ein wenig fortbewegen, und ihn ganz ſcharf auf denjenigen Punkt der Abtheilung ſtellen kann,

kann, der mit der Höhe des Geſtirnes, die er zu beobachten bemüht iſt, am genaueſten übereinſtimmt. Zu dieſer Abſicht, iſt die Hülſe I (Fig. 36.) mit einem Stücke f verbunden, das von Eiſen oder Meſſing ſeyn kann, welches durch eine andre Hülſe g geht, die am Ende in m mit einem Kopfe verſehen iſt, der an einer Schraube ſteht, und durch einen Ring am Grunde der Hülſe g, gehalten wird, in welcher ſie ſich frey herum drehen läßt; wird nun die Schraube am Kopfe in m herumgedrehet, ſo werden dadurch die Schraubenſpindel, das Stück f und die Hülſe I fortgeſchoben, worinnen die Richtſtange ſteckt, die durch eine Ziehſchraube c angehalten werden kann: dieſe Stange ſchiebt zugleich den Quadranten fort, und ſetzt ihn in Bewegung.

338. Das Stativ O N oder Fußgeſtelle des Quadrantens, beſteht aus einem runden Stabe von Eiſen, der $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch iſt, und zween Zoll im Durchmeſſer hat, unten, wo er durch die Stäbe P, P geht, welche die Quereiſen des Fußgeſtelles ſind, iſt er viereckicht. Durch dieſes viereckichte Stücke gehet unten bey Q ein Keilbolzen; ſo bald als die vier Seitenſtreben R, in ihre Zapfenlöcher eingeſetzt ſind, wird der Keilbolzen Q durch einen Hammer hineingetrieben, dadurch ſetzt ſich der runde Stab N O, zwiſchen die Seitenſtreben feſte ein, und macht eine feſte und unveränderliche Verbindung, mit dieſen und den Quereiſen P P.

339. Zu gerader Aufſtellung des Werkzeuges, werden vier Schrauben gebraucht, die an den Enden der Quereiſen P, P zu ſehen ſind; ſie ſind von Meſſing, und haben einen Zoll im Durchmeſſer; und dienen dem Fußgeſtelle zu Unterlagen, durch ſie wird es gerich-

gerichtet, und der Stamm ON ganz genau lothrecht geſtellet, ſo, daß man den Quadranten auf ſeinem Fußgeſtelle herum drehen kann, ohne zu befürchten, daß ſeine Fläche, von der lothrechten Stellung merklich abweichen werde. Dieſe Schrauben ſtehen auf runden Eiſen, die durch ihr Reiben verhindern, daß der Quadrant nicht von ſeiner Stelle weicht, wenn er geſchraubet wird.

340. Der Azimuthalkreis p h, hat 6 Zolle im Durchmeſſer, und iſt an einer runden meſſingenen Hülſe befeſtiget, die auf dem Fußgeſtelle des Werkzeuges feſte aufgeſetzet iſt; der hohle Cylinder des Knies F, hat an ſeinem untern Ende ein gerades Stück oder Regel k, das mit dem Quadranten herumgehet, indem die Azimuthalplatte feſte liegen bleibt; dieſe Regel zeigt durch ihre Umdrehung den Grad des Azimuths, oder den Punkt des Horizontes, auf welchen die Fläche gerichtet iſt, wenigſtens ohngefähr an.

341. Der Rand ADB macht das weſentlichſte Stück des Quadrantens aus, er iſt zween Zoll breit, ſeine Dicke, die vier Linien beträgt, beſtehet aus zwo Platten, eine von Eiſen, die andre von Meſſing; es kömmt ſehr viel darauf an, daß der meſſingene Rand wohl gearbeitet ſey, und daß alle ſeine Theile eine und ebendieſelbe Fläche mit dem Mittelpunkte machen. Dieſe ſchwere Unterſuchung zu bewerkſtelligen, bedient man ſich eines Linials, das um eine große Axe herum gedrehet wird, dadurch läßt ſich, der Bewegung ohngeachtet, wahrnehmen, ob die Schärfe des Linials immer gleich nahe am Rande in allen ſeinen Punkten verbleibt. Man kann auch erforſchen, ob der Rand eines Werkzeuges in einer einzigen Fläche liegt, wenn man eine Rinne voll Waſſer nimmt, die

vom

vom Mittelpunkte ausgehet, und den Umfang berühret; in dieſe ſetzt man eine Art kleiner Barken, deren Maſtbaum ein krumgebogener eiſerner Drat iſt, welcher, indem er den Mittelpunkt und den Rand faſt berühret, durch ſeinen Abſtand in verſchiedenen Punkten, anzeigt, ob ſie alle in einer Fläche liegen; eben ſo wird auch die waſſerrechte Lage großer Mittagslinien unterſucht.

342. Die gewöhnlichſten Eintheilungen, beſtehen aus ſehr feinen Punkten, die von 10 zu 10 Minuten eingeſtochen ſind, in der 33ſten Figur aber, habe ich nur einzelne Grade anzeigen können. Der Faden des Mikrometers iſt zureichend, die darzwiſchen liegenden einzelnen Minuten zu beſtimmen. Wenn man kein Mikrometer hat, ſo theilt man den Rand durch Querlinien in Minuten, wie in der 38ſten Fig. zu ſehen; der Bogen A B, und der Bogen C D ſind jeder von 10 Minuten, die Linie A C iſt in zehn gleiche Theile getheilt, zieht man nun eine Querlinie A D durch zehn concentriſche Kreiſe, die in dem Raume A C liegen, ſo zeigt der Faden des Lothes A C, eine Minute, ſechs Minuten, u. ſ. f. nachdem er auf dem erſten Durchſchnitt in a, oder auf dem ſechſten in f ſteht.

343. In England wird an die beweglichen Quadranten, ein bewegliches Linial mit Abſehen, oder ein bewegliches Fernrohr gemacht; ſo daß der Rand des Quadrantens in ſeiner Stellung bleibt, und das Fernrohr allein ſich um den Mittelpunkt bewegt, dergleichen Einrichtung wird bey den Mauerquadranten (das iſt, die an einer Mauer beſtändig feſt bleiben) gemacht, welche die Sternkündiger vielfältig gebrauchen. Man begnüget ſich alsdenn, ein Bleyloth zu

gebrauchen, das über dem letzten Punkte der Abtheilung hängt, oder wenigſtens mit dem ſenkrechten Halbmeſſer von 90° parallel iſt; bisweilen braucht man ſogar nur eine Waſſerwage, deren Gebrauch noch bequemer iſt, als des Bleylothes, und wenn die Waſſerwage gut gemacht iſt, keine geringere Genauigkeit giebt: in dieſem Falle aber muß ein Vernier angebracht werden.

344. Dieſe Eintheilung wurde im Jahr 1631 als eine Nachahmung einer andern Eintheilung, die **Nonius** im Jahr 1542 bekannt gemacht hatte, ausgefunden. Der Erfinder war **Peter Vernier**, von welchem man, dieſem Theile unſrer Werkzeuge, den Namen giebt. Der Vernier iſt ein Linial oder plattes Stück Meſſing AB (Fig. 39.), das ſich auf dem Rande eines Quadrantens fortſchieben läßt, deſſen aus geraden Zahlen beſtehende Eintheilung, mit einer ungleichen Zahl der Eintheilung des Randes übereinſtimmen: wenn der Vernier in 20 gleiche Theile eingetheilt iſt, ſo wird er unter einem Bogen des Quadrantens von 21 Theilen geſtellet, und reicht ein Mittel dar, jeden Theil von dieſen in 20 kleinere Theile abzutheilen: denn wenn man die Platte um den zwanzigſten Theil der Eintheilung fortſchiebt, ſo wird man ſehen, daß die zwote Eintheilung des Verniers mit einer Eintheilung des Randes zuſammen trifft; und wenn die dritte trifft, iſt man verſichert, daß die Platte um zweene Theile oder zwey Zwanzigtheile der Eintheilung fortgeſchoben worden.

Vom Maaße der Zeit.

345. Weil die Sonne der merkwürdigſte Gegenſtand der ganzen Welt iſt, iſt ſie zu allen Zeiten und

vor

von allen Völkern des Erdbodens für das natürlichſte Maaß der Zeit erkannt worden; die Tage, die ſie durch ihre Erſcheinungen machte, waren die erſten Theile der Zeit, die man zu zählen anfing. In folgenden Zeiten, bediente man ſich der Mondenmonate, und endlich der Sonnenjahre entfernte Zeiten zu zählen, ſo wie die Stunden eingeführet wurden, die Tage einzutheilen, und die kleineren Theile der Zeit auszudrücken.

Alle dieſe Zeiträume werden anfänglich unter ſich als gleiche Theile angenommen: die 24 Stunden des Tages, ſind 24 gleiche Zeittheile, die Stunden des heutigen Tages, müſſen den Stunden des geſtrigen gleich ſeyn, und die tägliche Bewegung der Sonne um die Erde, die in 24 gleiche Theile eingetheilet wird, muß gleichförmig angenommen werden, um alle Tage 24 gleiche Theile zu machen, davon jeder mit 15° des Aequators, oder dem Winkel am Pol (202) übereinkömmt. Dieſe tägliche Veränderung, wird durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe, wie wir bald zeigen werden, verurſachet, und weil man bis jetzo noch kein Merkmahl wahrgenommen, aus welchen einige Ungleichheit derſelben zu ſchließen wäre, ſo nimmt man ſie für vollkommen gleich an, ſo wohl für die Zeit, in welcher wir leben, als für die verfloſſenen Jahrhunderte.

346. Die Sonne geht durch ihre eigene Bewegung von Abend gegen Morgen, alle Tage ohngefähr einen Grad oder 59′ 8″ in Anſehung der Fixſterne, weiter fort (61. 307); wenn demnach ein Stern, der zu Mittage und mit der Sonne durch den Mittagskreis gegangen war, ſeinen Umlauf um den Himmel gemacht

zu

zu haben ſcheint, und den folgenden Tag wieder zum Mittagskreiſe gekommen iſt, ſo ſteht die Sonne nicht mehr da, weil ſie einen Grad gegen Morgen fortgegangen: ſie iſt von dem Sterne und folglich vom Mittagskreiſe einen Grad entfernt, und weil ſie ohngefähr 4 Minuten Zeit braucht, um einen Grad durch die tägliche Bewegung zu durchlaufen (202), ſo wird die Sonne vier Minuten ſpäter durch den Mittagskreis gehen, als der Stern, oder wenn man ſich ſo ausdrücken will, der Stern wird 4 Min. früher durchgehen als die Sonne; denn weil die Sonne der merkwürdigſte Gegenſtand iſt, ſo bringen wir auch alles in Beziehung auf ſie, ihre Rückkehr iſt es, die unſre 24 Stunden macht; und wir ſagen, daß die Sterne in 23 Stunden 56 Min. wiederum zum Mittagskreiſe kommen, während daß die Sonne in Zeit von 24 Stunden wiederum dahin kommt. Die Uhren mit langen Perpendikeln, die im kurzen Ausdruck Penduluhren genennt, und bey der Academie zu Beobachtungen gebraucht werden, ſind auf die mittlere Bewegung der Sonne geſtellet, und zeigen mittlere Sonnenzeit, das iſt, dieſe Uhren müſſen am Ende jedes Jahres mit der Sonne eben ſo wieder übereinſtimmen, als ſie beym Anfange des Jahres waren, und alle Tage, zwiſchen zween Durchgängen eines Sterns durch den Mittagskreis 23 Stunden 56 Min. weiſen. Die mehreſten Sternkündiger richten ihre Uhren ebenfalls ſo ein, damit ſie ohngefähr die Zeit zum gemeinen Gebrauch immer anzeigen, und auch ohngefähr die wahre Zeit verſchiedener Beobachtungen, die anzuſtellen ſind, wiſſen können. Weil aber die Sterne ihren Stand unverändert behalten, die Sonne aber alle Tage einen Grad mehr oder weniger fortgeht oder fortzugehen ſcheint, ſo würde die Wiederkunft eines Sternes zur Mittagsfläche ein viel beſtän-

diger, und viel gleicheres Maaß der Zeit geben, als die Wiederkunft der Sonne; der abermalige Durchgang eines Sternes zeigt uns den gänzlichen Umlauf der Himmelskugel, oder die völlige Umdrehung der Erde an; es haben auch berühmte Sternkündiger, als de l'Iſle, de la Caille ihre Uhren nach der Sternzeit eingerichtet, nach welcher ſie alle Tage 4 Min. geſchwinder gehen als die Sonne. Sie fanden hierbey einen Vortheil, der darinnen beſtund, daß ſie am Ende einer Stunde auf dieſen Uhren, verſichert ſeyn konnten, daß 15° der Himmelskugel, durch den Mittagskreis gegangen waren, und ſolchergeſtalt konnten ſie die Unterſchiede der geraden Aufſteigungen, zwiſchen den Geſtirnen auf welche ihre Beobachtungen giengen, wiſſen, wenn ſie die zwiſchen ihren Durchgängen beobachtete Zeit, durch die Verhältniß von 15° für eine Stunde, in Grade verwandelten; eben dieſe nennen wir Sternzeit (tempus primi mobilis) von welcher eine Stunde allezeit 15° am Himmel, durch die tägliche und gemeine Bewegung macht, die ehemals die erſte Bewegung (primum mobile) genennt wurde.

347. Die Sonnenſtunden ſind länger als die Sternſtunden, weil die Sonne 4 Min. mehr Zeit braucht wieder in die Mittagsfläche zu kommen, als ein Stern; wir wollen vorhero von der mittlern Sonnenzeit, das iſt, von der welche die Sonne anzeigt, wenn man die Ungleichheiten ihrer Bewegung bey Seite ſetzt, reden (308); hernach auch die wahre Sonnenzeit erklären, die nicht ſo gleichförmig als jene iſt. (362).

348. Die 24 Stunden betragen 360° 59′ 8″, weil in 24 mittlern Sonnenſtunden, nicht nur der Stern wieder in die Mittagsfläche kommt, dadurch 360° voll wer-

werden; ſondern die Sonne ſelbſt, die 59′ 8″ gegenſeitige Bewegung gemacht hatte, kommt auch wieder dahin, wodurch die 24 mittlern Sonnenſtunden voll werden. Eine Uhr die auf die 24 Stunden geſtellet iſt, zeigt nicht mehr 15° für eine Stunde an, ſondern 15° 2′ 8″, welches der 24te Theil von 360° 59′ 8″ iſt, und ſo geſchiehet es auch bey den übrigen Theilen der Zeit; eben dieſes nennt man, mittlere Sonnenzeit in Grade verwandeln; hierzu findet man eine Tafel in der Connoiſſance des Temps bey jedem Jahre, ſie wird von den Sternkündigern, die ihre Uhren auf mittlere Sonnenzeit eingerichtet haben, beſtändig gebraucht; denn ſie beobachten die Unterſchiede der geraden Aufſteigung eines Geſtirns von dem andern, indem ſie für jede Stunde auf ihren Uhren 15° 2′ 8″ der Himmelskugel nehmen.

349. Die Uhren welche auf Sternzeit gerichtet ſind, und der täglichen Bewegung der Sterne oder der wahren Bewegung der Erde (346) folgen, gehen täglich zu Mittage mittler Zeit 3′ 56″ geſchwinder, als die mittlere Bewegung der Sonne, und zeigen niemals die Sonnenſtunde, außer am Tage der Nachtgleiche: bey dieſer Art der Einrichtung der Uhr, findet ſich der Vortheil, daß die Sterne alle Tage um eben die Zeit welche die Uhr weiſet, durch den Mittagskreis gehen, da ſie hingegen nach andern Uhren 3′ 56″ eher durchgehen; dieſes eher oder früher bezieht ſich aber auf die Sonne, nach welcher man die gemeinen Uhren zu ſtellen pflegt; es iſt eine beſondere Bequemlichkeit für diejenigen, welche viel Durchgänge der Sterne durch die Mittagsfläche beobachten, daß ſie die gerade Aufſteigung des Sternes, der ſeinen Durchgang macht, augenblicklich auf der Uhr wiſſen können; ſie haben aber

auch die Unbequemlichkeit, daß ſie die Regel Detri gebrauchen müſſen, wenn ſie die wahre Zeit jeder Beobachtung wiſſen, und ſich zu Beobachtung des Durchganges der Sonne, oder eines Planetens vorhero anſchicken wollen,

350. Die tågliche Beſchleunigung des Durchganges der Firſterne, iſt die Zeit um welche ein Stern tåglich der Sonne zuvorkommt, nach mittler Sonnenzeit beſtimmt, und auf den Augenblick gerichtet, da der Stern durch den Mittagskreis gehet, ſo viel Zeit braucht alsdenn die Sonne noch, um in die Mittagsflåche zu kommen, oder ſo viel Zeit muß ſie haben, um noch die 59′ 8″ des Bogens, die ſie gegen Morgen, in Anſehung des Sternes, in 24 mittlern Sonnenſtunden zuſetzet, zu durchlaufen. Dieſe Beſchleunigung findet ſich durch folgende Verhåltniß: 360° 59′ 8″ ſind zu 24 St. wie 360° zu 23 St. 56′ 4″, 098 *) Zeit, die der Stern braucht, um 360° zu beſchreiben, oder wiederum zum Mittage zu kommen; um die 24 Stunden voll zu machen, fehlen noch 3′ 55″, 902, dieſes iſt die tågliche Beſchleunigung der Firſterne. Die 59′ 8″ die ich für das tågliche Wachsthum der geraden Aufſteigung der Sonne geſetzt habe, ſind um 0″, 1264 weniger, als das Wachsthum, welches in den Aſtronomiſchen Tafeln von 59′ 8″ 3305, in Anſehung der Nachtgleichen angenommen wird, denn in der Berechnung der Beſchleunigung muß man die Bewegung in Anſehung der Sterne gebrauchen, und dieſe iſt kleiner, weil ſie den Unterſchied zwiſchen der Bewegung der Sonne, und der Sterne enthålt. (320).

351. Ei-

*) Die Zahlen die wir bisweilen nach den Secunden ſetzen ſind Decimalbrüche, zehntheile, hunderttheile, tauſendtheile u. ſ. f. von Secunden.

351. Eine Uhr, die auf Sternzeit eingerichtet iſt, weiſt allezeit o St. o′ o″ in dem Augenblicke da der Aequinoctialpunkt durch den Mittagskreis gehet, und bemerket allezeit die gerade Aufſteigung des durch den Mittagskreis gehenden Punktes, (punctum culminans, 177.) oder des Punktes der Ekliptik, der in der Mittagsfläche ſteht, in Zeit verwandelt, durch Verhältniß 15° für eine Stunde; dahero zeigt dieſe Uhr in dem Augenblicke, da die Sonne in der Mittagsfläche iſt, die gerade Aufſteigung der Sonne in Zeit, und es iſt genug, wenn man wiſſen will, welche Stunde ſie jeden Tag zu Mittage anzeigen wird, die gerade Aufſteigung der Sonne für dieſen Tag in Zeit zu verwandeln. Man findet bey jedem Jahre in der Connoiſſance des Temps, eine Seite, die die Ueberſchrift führet, Diſtance de l'equinoxe au ſoleil, und die Ergänzung der geraden Aufſteigung der Sonne zu 24 Stunden vorſtellet; es dürfen dahero diejenigen die das Buch haben, nur für jeden Tag die Ergänzung zu 24 Stunden, des Abſtandes des Aequinoctialpunktes von der Sonne, nehmen, um die Zeit der Uhr zu Mittoge zu wiſſen. So iſt den 1ſten Jenner der Abſtand des Aequinoctialpunktes von der Sonne 5 St. 11′ (233), ſeine Ergänzung iſt 18 St. 49′ dieſes iſt die Zeit, welche die Uhr zu Mittage weiſen muß, oder 6 St. 49′ weil man gewöhnlich nur 12 Stunden auf das Zifferblatt der Uhr ſetzt.

352. Die wahre Sonnenzeit iſt auch von der mittlern Sonnenzeit unterſchieden, der Unterſchied aber ſteigt niemals über 30 Secunden; wir werden davon handeln, wenn der Unterſchied zwiſchen der mittlern und wahren Zeit vorhero erkläret worden (362).

Die wahre Zeit einer Beobachtung zu finden.

353. Nachdem die Art bekannt geworden, die wahre Zeit des Mittags, aus übereinſtimmenden Sonnenhöhen zu finden (322), ſo kann die wahre Zeit einer jeden andern Beobachtung auch leichtlich erhalten werden: geſetzt, man habe nach dieſer Art gefunden, daß eine Uhr den erſten Jenner zu Mittage 0 St. 3′ 57″ weiſt und daß ſie den folgenden Tag oder zweeten Jenner, auch nach dieſer Art, zu Mittage 0 St. 4′ 45″ weiſe, das ſind 48″ mehr als den vorigen Tag; in dieſem Falle erhellet, daß die Uhr 48″ täglich früher geht als die Sonne, ſie macht nähmlich 24 St. und 48″, da ſie nur 24 St. 0, 0″ richtig, in Vergleichung mit der wahren Zeit, machen ſollte. Wir wollen annehmen, es ſey wirklich eine Erſcheinung am Himmel, des Abends, beobachtet worden, zum Beyſpiel der Anfang einer Finſterniß, da die Uhr 9 St. 30′ 57″ zeigte, man verlangt zu wiſſen, welches die wahre Zeit ſey, die mit dieſem Zeitpunkte der Uhr übereinſtimmt; hierzu wird man alſobald den Unterſchied zwiſchen 0 St. 3′ 57″ und 9 St. 30′ 57″ nehmen, und finden, daß die Finſterniß 9 St. 27′ 0″ ſpäter nach der Uhr angegangen, als der wahre Mittag; weil aber die Uhr 48″ täglich, oder nur während daß ſie 24 St. 0′ 48″ macht, früher geht, muß man nach der Regel Detri ſetzen: 24 St. 0′ 48″ verhalten ſich zu 48″, wie 9 St. 27′ 0″ um welche die Beobachtung ſpäter nach der Uhr, als der Mittag der Uhr erfolgt iſt, ſich verhalten zu 19″, welches die Zeit iſt, um welche ſie, zwiſchen Mittag, und der vorgefallenen Beobachtung, hat früher gehen müſſen; dieſe 19″ müſſen zu den 0 St. 3′ 57″ welche die Uhr zu Mittage wies, hinzugethan werden, weil der Fortgang von

einem Tage zum andern zunimmt, und daraus erhält man 0 St. 4′ 16″ um ſo viel nähmlich, iſt die Uhr zur Zeit der Beobachtung, früher gegangen; und eben daſ-ſelbe muß von der Zeit abgezogen werden, welche die Uhr, in dem Augenblick der Beobachtung wies; es waren aber 9 St. 30′ 57″, folglich bleiben 9 St. 26′ 41″ für die geſuchte wahre Zeit.

354. Es iſt den Sternkündigern gleichgültig, ob die Uhr auf die Zeit geſtellet iſt, oder nicht; ob die Stunden auf ihr länger oder kürzer ſind, als die 24 Stunden der Sonne; ob ſie die eigentliche Zeit anzeigt, oder nicht; durch die von uns angegebene Art, kann in allen Fällen gefunden werden, wieviel die Uhr in dem Augenblicke der Beobachtung früher oder ſpäter geht, und die Aſtronomen haben nur dieſes genau zu wiſſen nöthig. Alles was bey dieſer Rech-nung nothwendig vorausgeſetzt werden muß, iſt, die gleichförmige Richtigkeit der Bewegung der Uhr; wenn ſie in 24 Stunden um 48″ früher geht, ſo muß ſie in 12 Stunden um 24″ früher gehen, wäre das nicht, ſo würde ihr die Gleichförmigkeit fehlen, und ihre Bewe-gung könnte nicht mehr dienen, die tägliche Bewe-gung der Sterne zu meſſen, welche ganz gleichförmig iſt, oder wenigſtens von ſolcher Beſchaffenheit ange-nommen wird (345).

Von der Gleichung der Zeit.

355. Bisher haben wir nur von der wahren oder ſcheinbaren Zeit, geredet, die wir durch übereinſtim-mende Höhen beobachten, von der Zeit, die die Sonne auf unſern Mittagslinien und Sonnenuhren weiſt, welche zu dem verſchiedenen Gebrauche im gemeinen Leben, eben ſo wohl als in der Sternkunſt angewandt

wird. Wir haben dabey vorausgeſetzt, daß die Sonne am Schluße von 24 Stunden wiederum in die Mittagsfläche trete, und daß ſie eben ſo viel Zeit anwende, von einem Mittage zum folgenden wiederum dahin zu kommen, als von dieſem zum dritten Mittage. Die alten Sternkündiger mußten dieſe Vorausſetzung lange Zeit für richtig erkennen, nachdem man aber genauer zu beobachten anfing, entdeckte ſich bald, daß die Sonne keinen gleichförmigen Lauf habe (308,) und daß die wahre Zeit, die nach dieſem ungleichen Laufe abgemeſſen würde, nicht gleich und regelmäßig ſeyn konnte. Die Sonne iſt dahero, eigentlich zu ſagen, kein richtiges Zeitmaaß, und die wahre Zeit, welche ſie anzeigt, kann nicht zur Abmeſſung der Zeit gebraucht werden, bey welcher die Gleichheit das weſentliche ausmacht; weil aber die wahre Zeit den Vortheil giebt, daß ſie immer beobachtet werden kann, ſo wollen wir uns derſelben anfänglich bedienen, um hernach eine mittlere und gleichförmige Zeit ausfündig zu machen, die in unſern Rechnungen gebraucht werden kann.

356. **Die mittlere oder gleiche Zeit**, iſt diejenige, welche eine vollkommene richtige Uhr jeden Augenblick weiſt, welche ein Jahr hindurch ohne alle Ungleichheit, ihren Lauf fortſetzet, und am erſten und letzten Tage des Jahres in dem Augenblicke Mittag zeigt, da die Sonne im Mittagskreis tritt: Dieſe Uhr kann an allen zwiſchenfallenden Tagen, mit der Sonne nicht zugleich Mittag anzeigen, denn ſonſt müßte die Sonne alle Tage mit einerley Geſchwindigkeit fortgegangen ſeyn, das aber nicht geſchiehet (308).

Wenn die Sonne vom Mittagskreiſe abgehet, und den folgenden Tag wieder dahin gelanget, ſo hat ſie dem Scheine nach 360° beſchrieben, ſie hat aber wirklich

lich nicht nur 360°, die eine völlige Umdrehung des Sternhimmels machen, ſondern noch einen Grad mehr zurückgelegt, welches die Größe iſt, um welche die Sonne unter den Fixſternen, gegen Morgen zu, während ihrer Zurückkunft zum Mittagskreiſe, weiter fortgegangen iſt, und welche ſie zu ihrem Laufe hinzugethan hat, um wiederum den Mittagskreis zu erreichen. (61, 346.)

357. Sollte nun jede Zurückkunft der Sonne zum Mittagskreiſe, mit allen andern gleich ſeyn, ſo müßte dieſe eigene Bewegung der Sonne gegen Morgen, alle Tage von gleicher Größe ſeyn, das iſt von 59′ 8″; wegen der Ungleichheiten aber, von welchen wir geredet, geſchiehet es, daß zu Anfange des Julius, die Sonne nur 57′ 11″ täglich gegen Morgen fortgehet, zu Anfange des Jenners aber, macht ſie durch ihre eigene Bewegung, längſt der Ekliptik 61′ 11″ folglich 4′ mehr als im Monat Julius. Hierinnen liegt die erſte Urſache der Ungleichheit der Tage; man zählt täglich 24 Stunden, von einem Mittage zum andern, aber dieſe 24 Stunden müſſen viel länger ſeyn, wenn die Sonne 61′ 11″, als wenn ſie nur 57′ 11″ gegen Morgen weiter fortgegangen iſt, weil ſie durch ihre tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend noch 4′ mehr zu durchlaufen hat.

358. Zu dieſer erſten Urſache, welche von der Ungleichheit der Bewegung der Sonne in der Ekliptik herrühret, kommt noch eine andere, die von der Lage der Ekliptik entſteht: es iſt nicht genug, daß die eigene Bewegung der Sonne in der Ekliptik gleich ſey, um die Tage gleich zu machen, es muß dieſe Bewegung auch in Anſehung des Aequators und in Anſehung des Mit-

tagskreiſes wo ſie beobachtet wird, gleich ſeyn: die Dauer der 24 Stunden gründet ſich zum Theil mit auf die kleine Größe um welche die Sonne jeden Tag gegen Morgen fortgeht; aber auch dieſer kleine Zuwachs muß auf dem Aequator gemeſſen werden, weil die Stunden um den Aequator herum gezählet werden; es muß daher nicht bloß ihre eigene Bewegung, in Anſehung der Ungleichheit der Tage in Betrachtung gezogen werden, ſondern diejenige Bewegung welche auf den Aequator verglichen wird; und wenn die Sonne eine ſolche Bewegung hätte, die ſich immer recht winklicht mit eben dem Punkte des Aequators vergleichen ließe, ſo würde die Gleichung der Zeit gar nicht da ſeyn, weil jede Zurückkunft zum Mittagskreiſe gleich ſeyn würde.

359. Es ſey O die Sonne (fig. 21) SB der Mittagskreis zu welchem die Sonne wieder kommen muß wenn der Punkt O weiter fortgerückt iſt, und der Punkt Q des Aequators in den Punkt A des Mittagskreiſes gekommen iſt, ſo daß O Q ein Stundenkreis ſey, der zu Mittage mit dem Mittagskreiſe SA zuſammenfällt; die Länge des Bogens OS der Ekliptik mag nun ſeyn welche ſie will, ſo wird dieſer Bogen doch nur die Zeit nöthig haben, ſeinen Durchgang zu machen, welche durch die Länge des Bogens A Q im Aequator gemeſſen wird, das iſt, wenn der Bogen A Q von einem Grade iſt, werden 4 Minuten zu dem Bogen SO nöthig ſeyn, er ſey groß oder klein, um durch die Mittagsfläche zu gehen; ſeine ſchiefe oder geneigte Lage, kann ſeine Länge OS größer machen, als die vom Bogen A Q; ſein Abſtand vom Aequator, kann auch machen, daß der Bogen O S kleiner ſey, als der Bogen A Q, weil er zwiſchen zween Abweichungskreiſen S A und O Q enthalten iſt, welche rechtwinklicht auf dem

Aequa-

Aequator E A Q ſtehen, und ſich im Pole vereinigen, ſo daß ihr Abſtand geringer bey O als bey Q iſt; es iſt aber allezeit der Bogen A Q des Aequators, welcher die Zeit beſtimmt, die die Sonne gebraucht hat, vom Punkte O bis zum Mittagskreiſe S A B zu gelangen.

360. Um nun dieſe beyden Urſachen, durch welche die Zurückkehrungen der Sonne zur Mittagsfläche ungleich gemacht werden, in Verbindung zu bringen, wollen wir uns eine mittlere und gleichförmige Sonne vorſtellen, die im Aequator läuft, ſo daß dieſe täglich 59′ 8″ (307), und die 360° in eben der Zeit macht, als die Sonne durch ihre eigene Bewegung, das iſt, in einem Jahre, und daß ſie ihren Lauf in dem Punkte der Frühlings Nachtgleiche, in dem Augenblick antrete, da die mittlere Länge der Sonne null iſt; ſo oft dieſe mittlere Sonne in den Mittagskreis kommen wird, werden wir ſagen, daß es mittler Mittag ſey, und wenn die wahre Sonne mehr oder weniger fortgegangen iſt, ſo daß ſie näher oder entfernter vom Mittage iſt, werden wir dieſen Unterſchied, die Gleichung der Zeit nennen.

361. Die mittlere gerade Aufſteigung der Sonne, wird durch den Ort dieſer mittlern Sonne, welche gleichförmig im Aequator fortgehet, bezeichnet; die wahre gerade Aufſteigung der Sonne, diejenige nähmlich welche durch den Abweichungskreis, der durch den wahren Ort der Sonne geht, angezeigt wird, kann mehr als 4 Grad von der mittlern, wegen der zwo Urſachen von welchen wir geredet (357. 358), verſchieden ſeyn; die wahre Sonne kann eine Viertelſtunde eher oder ſpäter als die mittlere Sonne durchgehen; die Gleichung der Zeit ſteigt ſo gar bis auf 0 St. 16′ 10″ oder ohngefähr, zur Zeit des erſten Novembers.

Aus

Aus dieſen Gründen folgt, daß der Unterſchied zwiſchen der mittlern geraden Aufſteigung der Sonne, und ihrer wahren Aufſteigung, in Zeit verwandelt, die Gleichung der Zeit geben wird: die mittlere gerade Aufſteigung aber, iſt nothwendig von eben der Größe, als die mittlere Länge, weil eine ſowohl als die andere mit dem Aequinoctialpunkte anfangen und ſich endigen, auch beſtändig mit der Zeit in Verhältniß ſtehen, und täglich ſich um 59′ 8″ vermehren muß, folglich iſt die Gleichung der Zeit, der Unterſchied zwiſchen der mittlern Länge, und der wahren geraden Aufſteigung der Sonne, in Zeit verwandelt.

Weil ſich aber in der Ausübung, dieſer Unterſchied nicht anders als durch ein doppeltes Verfahren, und nach zween verſchiedenen Gründen, finden läßt (357. 358), ſo folgt daraus, daß die Gleichung der Zeit, zween Theile hat; der erſte iſt der Unterſchied zwiſchen der mitlern Länge, und der wahren Länge, oder der Gleichung der Bahn (308, 497) in Zeit verwandelt; der zweete iſt der Unterſchied zwiſchen der wahren Länge, und wahren geraden Aufſteigung, auch in Zeit verwandelt: von einem und dem andern Theile, finden ſich Tafeln die allen Sonnentafeln beygefügt ſind.

362. Der erſte Theil, oder die erſte Tafel, die zum Argumente die Anomalie der Sonne, oder ihren Abſtand von der Erdferne hat, geht bis auf 7′ 42″ Zeit, indem die Sonne in ihren mittlern Abſtande iſt, das iſt, in 3 und 9 Zeichen der mittlern Anomalie; dieſer Theil bleibt in jedem Jahre einerley, weil die Gleichung des Mittelpunktes beſtändig 1° 55′ 31″ 6 iſt; die Zeit des Jahres aber da ſie vorfällt, iſt nicht immer einerley, weil

weil die Sonne jedes Jahr etwas weniges ſpäter zur Erdferne kömmt, welches durch die Bewegung der Erdferne veranlaſſet wird (514).

Der zweete Theil der Gleichung der Zeit, der zum Argumente, die wahre Länge der Sonne hat, geht auf 9′ 53″, 7, wenn die Sonne gegen $46\frac{1}{4}$ Gr. vom Aequinoctialpunkte iſt; weil aber dieſer Theil von der Schiefe der Ekliptik abhanget, deren Größe allmählig abnimmt, ſo verringert ſich dieſer Theil der Gleichung der Zeit, um 0″, 014 für jede Secunde der Verringerung der Schiefe der Ekliptik, welches 1″ Zeit ohngefähr in 71 Jahren giebt; es würde leicht ſeyn ſich hiervon zu verſichern, wenn man den Unterſchied zwiſchen ES und EA (fig. 21.) wenn ES von $46\frac{1}{4}$ Gr. iſt, berechnen wollte, denn dieſer Unterſchied iſt alsdenn von 2° 28′ 24″, 8; wenn man den Winkel E von 23° 28′ 20″ annimmt, welches 9′ 53″, 7 in Zeit, giebt, ſo hat man eine Gleichung die kleiner ſeyn wird, wenn man den Winkel E verringert.

Die Verbindung dieſer beyden Urſachen zur Gleichung, die ſich wechſelsweiſe aufheben oder vermehren, macht die Gleichung der Zeit aus, die niemals über 16′ 12″ geht, und viermal im Jahre null wird.

Dieſe Gleichung der Zeit, die bisweilen 30″ Veränderung täglich macht, iſt die Urſache, daß die 24 wahren Sonnenſtunden von den 24 mittlern Sonnenſtunden bald mehr, bald weniger unterſchieden ſind; denn die wahren Sonnenſtunden ſind zu Ende des Decembers jede um 2 Secunden länger, als zu Ende des Merzmonats.

Vom

Vom Durchgange durch den Mittags⸗kreis, vom Auf⸗ und Untergange der Geſtirne.

363. Der Durchgang eines Sternes durch den Mittagskreis, wird durch den Unterſchied der geraden Aufſteigung, zwiſchen der Sonne und dem Sterne, berechnet: denn, um die Stunde zu finden, da der Stern ſeinen Durchgang machen wird, iſts genug, wenn man weiß, wie weit er der Sonne gefolgt iſt, oder wie viel ſeine gerade Aufſteigung, der Sonnen ihre übertrifft; wenn dieſer Unterſchied von 15° iſt, in dem Augenblick, da er durch den Mittagskreis geht, ſo iſt man gewiß, daß es eine Stunde wahre Zeit iſt, daß eine Stunde vorbey iſt, da die Sonne durch den Mittagskreis gegangen, das iſt, daß der Stern um ein Uhr ſeinen Durchgang macht; hierinnen beſtehet das weſentliche der allgemeinen Art, zu welcher noch einige Betrachtungen hinzu zu fügen ſind.

Wenn man von allen geraden Aufſteigungen, die ſich in dem Verzeichniß der Fixſterne finden, und daſelbſt in Graden, Minuten und Secunden ausgedruckt ſind, nachdem ſie in Zeit verwandelt worden, die gerade Aufſteigung der Sonne, auch in Zeit verwandelt, für einen gegebenen Tag, abziehet; ſo erhält man die Zeit des Durchganges, jedes dieſer Sterne, für den beſtimmten Tag. Es iſt oben gezeigt worden, worinnen die Verwandelung der Grade in Zeit beſtehe (202).

364. Es ſey in der 29ſten Figur ♈ die Nachtgleiche des Frühlings, die ich allezeit gegen Abend oder rechter Hand in allen meinen Figuren ſetze, M ein Stern im Mittagskreiſe, ♈ M die gerade Aufſtei-

gung

gung des Sternes in M, von Abend gegen Morgen gezählet, oder von der Rechten zur Linken, wenn man gegen Mittag gewendet ſtehet; V ☉ die gerade Aufſteigung der Sonne; M ☉ ihr Unterſchied, oder die gerade Aufſteigung des Sterns, weniger der von der Sonne; dieſer Abſtand M ☉ der Sonne vom Mittagskreiſe, zeigt allezeit die Stunde, oder wahre Zeit an (201); und dieſer Abſtand iſt 15° für eine Stunde, 30° für zwo Stunden. Die Figur zeigt, daß es genug iſt, die gerade Aufſteigung der Sonne für eben den Augenblick, von der geraden Aufſteigung des Sterns abzuziehen, um die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis zu finden; der Unterſchied M ☉, oder Abſtand der Sonne vom Mittagskreiſe in Zeit verwandelt, giebt die verlangte Zeit. Um hierbey die Verwandelungen der Zeit in Grade, und der Grade in Zeit zu vermeiden, pflegen die Aſtronomen diejenigen geraden Aufſteigungen der Sonne und der Sterne zu gebrauchen, die ſchon in Zeit verwandelt ſind.

365. Man verlangt den Durchgang der Leyer durch den Mittagskreis den 1ſten May 1760, aſtronomiſch gerechnet, zu wiſſen, das iſt, den Durchgang, welcher auf den Mittag des erſten Mayes nach Verlauf von 24 Stunden folgen wird. Ich ſetze die ſcheinbare gerade Aufſteigung der Leyer, für dieſen Tag 277° 12′ 17″, welche in Zeit verwandelt, 18 St. 28′ 49″ giebt; der Abſtand des Aequinoctialpunkts von der Sonne, am erſten May zu Mittage, aus den Ephemeriden genommen, oder die Ergänzung der geraden Aufſteigung der Sonne, giebt 21 St. 23′ 51″: ich addire die gerade Aufſteigung der Leyer, zu dem Abſtande der Nachtgleiche, die Summe beträgt

trägt 39 St. 53′; davon ziehe 24 St. die einen völligen Tag machen, ab, ſo findet ſich 15 St. 53′ für die geſuchte Zeit. Dieſe erſte Regel der Näherung, könnte um 4′ gefehlet haben, wenn der Stern um 23 Uhr durchgegangen wäre, weil der Unterſchied der geraden Aufſteigung für den Mittag, und nicht für 23 Stunden genommen worden; der Unterſchied der geraden Aufſteigung giebt die wahre Zeit, für den Zeitpunkt, da der Stern im Mittagskreiſe iſt; es iſt aber die Veränderung in einigen Stunden nicht beträchtlich, ausgenommen bey dem Monde; in dieſem Falle, wird man nur nöthig haben, die Rechnung noch einmal zu wiederholen, um den Fehler der erſtern zu verbeſſern.

Bisweilen macht man ſich von dieſer Rechnung einen ganz unrichtigen Begriff; man ſpricht zum Beyſpiel, der Aequinoctialpunkt gieng durch den Mittagskreis den 1ſten May um 21 Uhr 24′, die Leyer gieng 18 St. 29′ ſpäter durch, dahero gieng dieſe den 2ten May um 15 Uhr 53′ durch. Dieſes würde recht ſeyn, wenn alle dieſe Zeiten, wahre Sonnenzeiten wären; weil aber die Sonnenzeit in verſchiedenen Monaten allzu ungleich iſt, ſo zieht man die Verwandelung der geraden Aufſteigungen in Sternzeit, vor, und nunmehro iſts nicht richtig geſagt, daß der Aequinoctialpunkt um 21 St. 24′ durch den Mittagskreis gieng, und die Leyer ihm 18 St. 29′ darnach, folgte; es giebt einige Minuten Unterſchied, und man hebt alle dieſe Verwirrung auf, wenn man den Unterſchied der geraden Aufſteigungen, auf die eigentliche Zeit, da der Stern im Mittagskreiſe iſt, berechnet, wie wir auch bereits erkläret haben. Es iſt freylich wahr, daß man nunmehro die Sache ſelbſt, die erſt

zu

zu finden iſt, als bekannt annimmt, nämlich die Zeit des Durchganges; man nimmt ſie aber nur als ohngefähr bekannt an, und ſucht ihre genaue Beſtimmung; um ſie aber ohngefähr zu wiſſen, hat man die Betrachtungen, die ich hier umſtändlich angeſtellet habe, nicht nöthig; man darf nur den Abſtand der Nachtgleiche von der Sonne, und die gerade Aufſteigung des Sterns zuſammennehmen.

366. Der Stundenwinkel eines Geſtirnes, iſt der Winkel am Pol, den der Mittagskreis des Ortes, wo ſich der Beobachter befindet, und der Abweichungskreis, durch das Geſtirne, worauf die Beobachtung geht, mit einander machen; es iſt auch, wenn man ſich ſo ausdrücken will, der Bogen des Aequators, der zwiſchen dem Mittagskreiſe, und dem Stundenkreiſe des Geſtirnes enthalten iſt; das iſt der Abſtand des Geſtirns vom Mittagskreiſe. Dieſer Stundenwinkel iſt in den aſtronomiſchen Rechnungen, die Höhe eines Geſtirns für einen gegebenen Augenblick, ſein Azimuth, und ſeinen parallactiſchen Winkel zu finden, unentbehrlich.

Es ſey QEM der Aequator (Fig. 20.), MCD der Mittagskreis, M die Hälfte des Himmels, ME der Bogen des Aequators, der den Stundenwinkel mißt, oder der Abſtand eines Sterns vom Mittagskreiſe, von einem Durchgange zum andern gerechnet, nämlich von Morgen gegen Abend bis auf 360°; V ☉ iſt die gerade Aufſteigung der Sonne, ☉M iſt der Stundenwinkel der Sonne, durch die gegebene wahre Zeit, gemeſſen; um VM die gerade Aufſteigung der Hälfte des Himmels zu erhalten, müſſen ſie addiret werden, hiervon wird die gerade Aufſteigung VE des Sternes abgezogen, und ſo bekommt man

den Bogen M E, der den Stundenwinkel des Sterns mißt, woraus folgende Regel fließt: die wahre Zeit, in Grade verwandelt, weniger den Unterſchied der geraden Aufſteigungen (des Sterns weniger die der Sonne), iſt der Stundenwinkel des Geſtirns, bis auf 24 Stunden gerechnet, und von Morgen gegen Abend. Dieſes kommt damit überein, die gerade Aufſteigung der Sonne zu der in Grade verwandelten wahren Zeit addiren, und die gerade Aufſteigung des Geſtirns davon abziehen, um den Stundenwinkel zu finden.

367. Wenn ein Planete oder Stern ganz genau im Horizonte iſt, ſo heißt ſein Abſtand vom Mittagskreiſe, oder ſein Stundenwinkel (366) der halbe Tagebogen, und dieſer iſt das erſte, was man zu Berechnung der Zeit des Auf- und Unterganges der Geſtirne wiſſen muß (171). Es ſey H Z O (Fig. 31.) die Hälfte des Mittagskreiſes, H O die Hälfte des Horizontes, E Q die Hälfte des Aequators, P der Pol, Z das Zenith; L ein Geſtirn, das in dem Augenblicke ſeines Aufganges im Horizonte ſteht; Z L deſſen Abſtand vom Zenith, der 90° iſt; ich verſtehe hier ſeinen ſcheinbaren Abſtand, denn der Abſtand vom Zenith ſcheint uns durch die Parallaxe vermehret, und durch die Strahlenbrechung verringert zu ſeyn, wovon wir in der Folge reden werden; P L iſt der wahre Abſtand des Geſtirns vom Nordpol; dieſer iſt die Ergänzung ſeines Abſtandes vom Aequator, oder ſeiner Abweichung L A, wenn ſie nordlich iſt; er iſt aber die Summe von 90° und dieſer Abweichung, wenn ſie ſüdlich iſt. Der Bogen P Z iſt der Abſtand des Pols vom Zenith, an dem Orte, wo man ſich befindet, oder die Ergänzung der Breite Z E, oder der

Polhö-

Polhöhe PO; weil die drey Seiten PL, PZ, und ZL des Dreyecks PZL bekannt ſind, ſo kann man hieraus den Werth des Winkels P, nach den Regeln der ſphäriſchen Trigonometrie, finden; dieſer Winkel P oder ZPL iſt der Stundenwinkel des Geſtirnes; es iſt der Abſtand vom Mittagskreiſe in dem Augenblicke des Aufganges, oder ſein halber Tagebogen; wenn der halbe Tagebogen der Sonne von 8 St. iſt, ſo weiß man gewiß, daß die Sonne um 4 Uhr des Morgens aufgehen wird. Um gleichergeſtalt, die Zeit des Unterganges der Sonne zu finden, ſo iſt das die Stunde des Unterganges der Sonne ſelbſt; denn wenn der halbe Tagebogen von 4 St. 5′ iſt, wie dieſes den 21ſten December zu Paris erfolgt, ſo weiß man gewiß, daß die Sonne um 4 Uhr 5′ untergehen werde; die Urſache davon fällt leicht in die Augen: weil die Sonne in L im Horizonte iſt, ſo mißt der halbe Tagebogen des Aequators, oder der Bogen ML des Parallelkreiſes, den Stundenwinkel P, eben dieſer Winkel P, zeigt auch die wahre Zeit an, dahero iſt der halbe Tagebogen ſelbſt, die wahre Zeit des Unterganges der Sonne. Um dahero den Aufgang der Sonne genau zu berechnen, iſts genug, ihre Abweichung in dem Augenblicke, da ſie aufgehet, zu wiſſen, und die Seite ZL von $90° \, 32\frac{1}{2}'$ zu machen, weil die horizontale Strahlenbrechung die Sonne $32\frac{1}{2}$ Min. mehr erhöht erſcheinen läßt. Ihre Parallaxe, die nur 8″5 beträgt, kann hier wegfallen. In Anſehung der Planeten, und übrigen Fixſterne, muß man die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis (363), und die Abweichung des Planeten wiſſen, und wenn man den halben Tagebogen gefunden hat, ſo addirt man ihn zu dem Durchgange durch den Mittagskreis, um die Zeit des Unterganges des Planeten

oder Sternes zu wiſſen; den Aufgang zu erhalten wird er abgezogen.

368. Die Rechnungen der Finſterniſſe, und vieler Beobachtungen, erfordern, daß man die Höhe eines Geſtirns über den Horizont, für einen gegebenen Augenblick wiſſe; man findet dieſe, wenn man folgende Größen als bekannt annimmt, 1) den Abſtand des Pols vom Zenith, oder die Ergänzung der Breite des Ortes, 2) den Abſtand des Geſtirns vom Pol, der 90° mehr oder weniger der Abweichung iſt, 3) den Stundenwinkel, der durch den Mittagskreis des Ortes und durch den Abweichungskreis, der durch das Geſtirn geht, am Weltpole gemacht wird; dieſer Stundenwinkel, iſt, der gegebenen Stunde gleich, durch 15° für eine Stunde verwandelt, wenn es die Sonne, für den Nachmittag betrifft; für den Vormittag aber, iſt es die Ergänzung zu 12 Stunden, ebenfalls in Grade verwandelt. Wenn es einen Stern betrifft, ſo iſts die gerade Aufſteigung der Sonne, weniger die des Sternes, zu der in Grade verwandelten wahren Zeit addiret (366). Man muß alsdenn das Dreyeck PZS (Fig. 31.) auflöſen, in welchen man zwo Seiten und den darzwiſchen liegenden Winkel kennt, nämlich die Seite PZ, Ergänzung der Breite des Ortes, PS Ergänzung der Abweichung des Geſtirns, und den Winkel P zwiſchen dieſen Seiten, oder den Stundenwinkel, ſo findet man die Seite ZS, die dem bekannten Winkel entgegen ſteht, deren Ergänzung zu 90°, iſt die Höhe des Geſtirns über dem Horizont.

369. Der Winkel, den der Scheitelkreis, und der Abweichungskreis, oder Stundenkreis eines Geſtirns machen, heißt bisweilen der parallactiſche Winkel, weil er vornehmlich dient, die Parallaxen

zu

zu berechnen, als den Winkel PSZ (Fig. 31.). Man kann ihn finden, wenn man durch eben die gegebenen Dinge, das Dreyeck PZS auflöſet.

Wenn man in eben dieſem Dreyecke PZS den Stundenwinkel P, und die beyden anliegenden Seiten PZ und PS kennt, ſo kann man den Winkel PZS oder den Winkel HZL finden, der das Azimuth iſt; er iſt dem Bogen LH des Horizontes gleich, der zwiſchen dem Punkte des Mittages H und dem Punkte L des Horizontes, über welchen das Geſtirn rechtwinklicht ſteht, enthalten iſt.

Die Morgenweite (Amplitudo ortiua) iſt der Bogen des Horizontes QL, der zwiſchen dem wahren Morgenpunkt Q, und dem Punkt L, wo das Geſtirn aufgehet, enthalten iſt (175); dieſe Morgenweite wird eben ſo, als das Azimuth gefunden, weil ſie entweder der Unterſchied, oder die Summe von 90°, und des Azimuths, eines im Horizonte befindlichen Geſtirnes iſt.

Von der Weltordnung.

370. Die Frage von der Bewegung der Erde, iſt einer von den Gegenſtänden, der unter den Sternkündigern die mehreſten Unterſuchungen veranlaſſet hat; unterdeſſen war ſie den wahren Naturkündigern nicht ſchwer zu beantworten: aber die Hinderniſſe, welche der menſchliche Verſtand findet, wenn er ſich über alte Vorurtheile empor ſchwingen ſoll, ferner die nicht genug unterſuchten Bedenklichkeiten der Gottesgelehrten, haben lange Zeit den Fortgang der wahren Erkenntniß aufgehalten; endlich iſt es doch ſo weit gekommen, daß ſeit hundert Jahren ohngefähr, ſich kein Sternkündiger gefunden, der in Betrachtung gezogen zu werden verdient, welcher den überzeugen-

den Beweiſen der Kopernikaniſchen Weltordnung ſeinen Beyfall hätte verſagen können; dieſe iſt es dahero, die ich die Weltordnung (Syſtema mundi) nennen werde, und von andern werde ich nur Erwähnung thun, in ſo fern die Geſchichte der menſchlichen Erkenntniß, mit der Geſchichte ihrer Irrthümer allezeit verbunden bleibt.

371. Die Weltordnung *) begreift die vornehmſten oder Hauptplaneten, die Trabanten, und Kometen in ſich: die Hauptplaneten ſind 1) die Sonne, oder nach der Weltordnung des Copernicus, die Erde, die die Stelle der Sonne einnimmt; 2) Merkur, 3) Venus; 4) Mars; 5) Jupiter; 6) Saturn: ihre beſondern Beſchaffenheiten, und die Entwickelung derſelben, werden den Inhalt des folgenden Buches ausmachen, anjezo ſind die Betrachtungen nur auf die allgemeine Stellung derſelben gerichtet. Der Mond wird für einen Trabanten der Erde oder Nebenplaneten gehalten, und weil bey ihm Ungleichheiten von ganz beſonderer Art vorkommen, wird er allein der Gegenſtand des vierten Buches ſeyn. Die Lehre von den Nebenplaneten des Jupiter und Saturns wird im neunten Buche, und die von den Kometen im zehnten vorgetragen werden.

372. Ehe wir aber von der wahren Lage der Planetenbahnen, die zu ihrer Erforſchung, Beobachtungen und gründliche Unterſuchungen erforderte, reden; wollen wir unſern Vortrag erſt darauf richten, was am meiſten in die Augen fällt, und am leichteſten zu faſſen iſt, und alsbald von der alten Hypotheſe, die zur

*) Σύστημα Conſtitutio, Collectio, das iſt, Ordnung und Verbindung der Himmelskörper.

zur Vorſtellung des jährlichen Sonnenlaufes erſonnen wurde, handeln; das iſt die Weltordnung, nach welcher Ptolomäus, und viele alte Sternkündiger, die allgemeine Ordnung der Weltkörper erklärten; wir werden alsdenn zur kopernikaniſchen Weltordnung ſchreiten, und die Beweiſe der wahren Bewegungen der Erde vortragen, wovon der Leſer nothwendig vorhero wohl überzeugt ſeyn muß, ehe er zur Lehre von den Planeten fortgehen kann. Die Weltordnung des Tycho de Brahe, die nach der kopernikaniſchen eingeführet wurde, wird ſelbſt in den Gründen dieſer, ihre Widerlegung finden; endlich werden die Erſcheinungen, die durch die Bewegung der Erde entſtehen, eine natürliche Folge der Beweiſe dieſer Bewegung ausmachen.

373. Die alten Weltweiſen, denen die Umſtände der Planetenbewegungen ſehr wenig bekannt waren, hatten keine überzeugende Mittel, die wahre Ordnung der Planetenbahnen, einzuſehen, ſie waren dahero hierinnen von verſchiedenen Meynungen. Pythagoras, und einige von ſeinen Schülern, nahmen anfänglich die Erde als unbeweglich im Mittelpunkte der Welt an, wie jedermann zu glauben geneigt iſt, bevor er die Beweiſe des Gegenſatzes eingeſehen hat; ſo viel iſt gewiß, daß in der Folge der Zeit, viele von Pythagoras Schülern, ſich von dieſer Meynung losſagten, aus der Erde einen Planeten machten, und die Sonne unbeweglich im Mittelpunkte der Welt zu ſtehen behaupteten. Plato aber brachte die Meynung von der Unbeweglichkeit der Erde wieder empor; Eudoxus, Calippus, Ariſtoteles, Archimedes, Hipparchus, Soſigenes, Cicero, Vitruv, Plinius, Macrobius, und Ptolomäus

folgten dieſer Meynung (Riccioli Almageſtum Tom. II. pag. 276. 279.). Man kann im Plinius (Libr. II. Cap. 22.) und im Cenſorinus, (de die natali, Cap. 13.) die Art erſehen, wie Pythagoras die Zwiſchenräume der Töne mit den Entfernungen der Planeten von der Erde in Vergleichung brachte.

374. Vom Ptolomäus, der ohngefähr um das Jahr 140 nach Chriſti Geburt, oder in den erſten Jahren des Kaiſers Antoninus ſchrieb, hat dieſe Weltordnung ihren Namen erhalten, weil ſein Almageſtum das einzige Buch iſt, das die alte Sternkunſt vollſtändig vorträgt, und zu uns gekommen iſt: er unternimmt in zwey Kapiteln dieſes Buches, zu beweiſen, daß die Erde wirklich im Mittelpunkte der Welt unbeweglich ſtehe, und um dieſe herum, ſetzt er die Planetenbahnen in folgender Ordnung: der Mond, Merkur, Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn; ſeine vornehmſte Urſache, warum Merkur und Venus unter die Sonne geſetzet worden, war, der älteſten Weltordnung hierinnen zu folgen, und die Sonne mitten unter die Planeten zu ſtellen, ins beſondere aber ſie zwiſchen diejenigen zu ſtellen, die ſich von ihr nur bis auf ein gewiſſes Ziel entfernen (Merkur und Venus), und diejenigen, die ihr bisweilen entgegengeſetzt erſcheinen. Was die Ordnung der drey übrigen Planeten anbetraf, glaubte er, daß dieſe viel näher bey uns ſeyn müßten, weil ihr Kreislauf weniger Zeit erforderte; dieſes Geſetz war wenigſtens durch das Beyſpiel des Mondes beſtätiget, der viel geſchwinder als die Sonne herumläuft, und ganz offenbar viel näher bey uns war, weil er die Sonne ſo ofte verfinſterte: er ſahe auch, daß Saturn unter allen Planeten das ſchwächſte Licht zeigte, das gab ihm

ihm die Vermuthung, daß er am weiteſten entfernt ſeyn müſſe, da er zugleich auch in ſeinem Fortgange der langſamſte von allen war. Hierinnen habe ich die neun Urſachen zuſammenfaſſen wollen, die der P. Ricciolt in ſeinem Almageſtum nouum (Tom. II. p. 279.) zum Vortheil dieſes Theiles der ptolomäiſchen Weltordnung vorbringt.

Die ptolomäiſche Weltordnung iſt in der 40ſten Figur nach Anleitung des neunten Buches des Almageſtums des Ptolomäus vorgeſtellet; jeder Planet iſt da auf ſeiner Bahn mit dem ihm zukommenden Zeichen bemerket (83); ſo daß dieſe Figur keiner weitern Erklärung nöthig hat.

375. Plato hatte in der Pythagoriſchen Weltordnung etwas geändert; verſchiedene Schriftſteller melden, er habe den Merkur und die Venus über die Sonne geſtellet; ſein Grund hierzu, ſagen ſie, ſey geweſen, weil Venus und Merkur niemals die Sonne verfinſtert hätten, welches doch hätte erfolgen müſſen, wenn dieſe Planeten, ſowohl als der Mond, niedriger als die Sonne ſtünden. Dieſe Weltordnung wurde von Theon in ſeinem Commentar über das Almageſtum, und nachher von Geber, den einzigen, der ſich unter den Arabiſchen Schriftſtellern von der ptolomäiſchen Weltordnung entfernte, behauptet.

376. Die älteſten Beobachter nahmen wirklich wahr, daß die Venus, ſich niemals von der Sonne, als 45° ohngefähr, entfernte, es war aber auch ganz natürlich zu glauben, daß wenn ſie wie die Sonne ihren Kreislauf um die Erde machte, ſie ſehr oft der Sonne entgegenſtehend oder 180° von ihr entfernt hätte erſcheinen müſſen; ſo bildeten ſich auch die Egy-

ptier ein, daß die Venus um die Sonne als in einen Epicykel gehen müſſe, und durch dieſes Hülfsmittel erklärten ſie ſehr gut, woher es komme, daß ſie zu gewiſſen Zeiten heller als ſonſt erſcheine, ohne daß ſie jemals unterlaſſen ſollte, die Sonne zu begleiten, und von eben ſolcher Beſchaffenheit war der Merkur. Macrobius erzählt dieſe Meynung der alten Egyptier mit vielem Ruhme, (Somn. Scip. Libr. I. cap. 19.)

377. Wenn Cicero den Scipio von der Weltordnung ſprechen läßt, ſo ſcheint er zu behaupten, daß die Bahnen der Venus und des Merkurs, um die Sonne laufen und ſie begleiten; hunc vt comites ſequuntur Veneris alter, alter Mercurii curſus. (Somn. Scip.)

Vitruv ſagt deutlich, daß Merkur und Venus, die Sonne umgeben, und um ihren Mittelpunkt laufen, woraus ihr ſcheinbares ſtillſtehen, und rückgängig laufen herkomme, (Archit. libr. IX. cap. 4.); ſo daß man dieſen als einen von den Alten anſehen kann, der die egyptiſche Weltordnung behauptet hat.

378. Martianus Capella, ein Schriftſteller, der im fünften Jahrhunderte gelebt haben ſoll, entwickelt dieſe Weltordnung noch beſſer, in ſeinen Schriften findet ſich ein beſonderes Kapitel, das folgende Ueberſchrift führt: Quod tellus non ſit centrum omnibus planetis; in dieſem Kapitel erkläret er ſehr wohl, daß die Venus und Merkur, die Erde nicht umgeben, ſondern nur die Sonne, die im Mittelpunkte ihrer Bahnen iſt, daß dieſe Planeten bisweilen dißſeits, bisweilen jenſeits der Sonne ſind; daß im erſten Falle Merkur weniger von uns entfernt iſt, als Venus; und daß er im andern Falle weiter von uns weg iſt. Dieſe egyptiſche Weltordnung war der

Grund

Grund der herrlichen Vorſtellungen des Copernicus von der allgemeinen Ordnung der Himmelskörper: man fand darinnen den Vortheil, ohne den Beweis, der von dem beſtändig nahen Stande der Venus, bey der Sonne, genommen wurde, von den Ungleichheiten Urſache anzugeben, die man das Stilleſtehen, und Rükgängig werden nennt, und konnte das elende Hülfsmittel der Epicykel entbehren.

Die egyptiſche Weltordnung iſt in der 41ſten Fig. ſo vorgeſtellet worden, als wir ſie beſchrieben haben; die Erde iſt ins Mittel der Figur geſtellet, ſie iſt von den Bahnen des Mondes und der Sonne umgeben; die Sonnenkugel iſt in Beſchreibung ihres Kreislaufes von den Bahnen des Merkurs und der Venus umgeben und begleitet. Ueber der Sonne ſind die drey übrigen Bahnen, die wie in der ptolomäiſchen Weltordnung ſtehen (374), und ſind mit den Zeichen bemerket, von welchen wir die Erklärung oben (83) beygebracht haben.

379. Die egyptiſche Hypotheſe war zur Erklärung der merklichſten Ungleichheiten des Merkurs und der Venus hinreichend: in Anſehung des Mars, Jupiters und Saturns aber, blieben ſowohl in der ptolomäiſchen, als egyptiſchen Weltordnung ganz beſondre Ungleichheiten zu erklären übrig. Wenn dieſe Planeten ihrer Zuſammenkunft mit der Sonne nahe ſind, oder ſich mit ihr in einer Gegend des Himmels befinden, ſo geſchiehet es allezeit, daß ſie eine eigne Bewegung (85) annehmen, die lebhaft und rechtläufig, das iſt, gegen Morgen gerichtet iſt, ſie ſcheinen da kleine und von uns ſehr entfernt; wenn ſie aber der Sonne entgegen ſtehen oder 180° weit von dieſem Geſtirne, ſo ſcheinen ſie viel größer, viel heller, und gegen Abend

zurück

zurück zu gehen, da ihre eigne Bewegung rückgängig (retrogradus) zu ſeyn ſcheint (392). Während der Zwiſchenzeit, ſind ſie ſtillſtehend, (ſtationarius) ſcheinen unbeweglich am Himmel zu ſtehen, und haben eine mittlere Größe. Weil dieſe Ungleichheiten allezeit auf eben die Art wieder kamen, wenn die Planeten gleichen Abſtand mit der Sonne zu haben ſchienen, ſo geriethen einige Weltweiſen auf die Vermuthung, daß der Stand gegen die Sonne, und die Strahlen derſelben, eine Kraft oder Einfluß hätten, welche in den Planeten ſolche Abwechſelungen hervorbrächte, die wirklich allezeit von einerley Art waren, wenn die Planeten, eben die Stellung, und eben die Entfernung oder ſcheinbaren Abſtand in Anſehung der Sonne hatten; eben dieſes nennten ſie, die zwote Ungleichheit, weil die erſte von eben der Art war, als bey der Sonne, und ganz alleine nicht ſtatt fand, als in den gerade entgegengeſetzten Stellungen.

380. Damit der Leſer im Stand geſetzt werde, das ungekünſtelte der kopernikaniſchen Weltordnung, mit der albernen Verwickelung der ptolomäiſchen Weltordnung, zu vergleichen, mußte die Hypotheſe von der zwoten Ungleichheit der Planeten nach dem Ptolomäus, vermittelſt des Epicykels, der von einem eccentriſchen Kreiſe getragen wurde, hier erwähnet werden; es wird aber beſſer ſeyn, zu ſolchen Dingen zu ſchreiten, die mehr Befriedigung geben können; es wird genug ſeyn, wenn ich noch ſage, daß jeder Planet, der in Zuſammenkunft mit dem mittlern Orte der Sonne kam, angeſehen wurde, als ob er von dem entfernteſten Orte ſeines Epicykels ausgienge; und daß er dieſen Epicykel zu durchlaufen, alle die Zeit nöthig hatte, die zwiſchen einer mittlern

Zuſam-

Zuſammenkunft, und der folgenden enthalten iſt, das iſt, die Zeit eines ſynodiſchen Umlaufes (454); Saturn ein Jahr und 13 Tage, nach den Beſtimmungen der Alten; Jupiter ein Jahr und 34 Tage; Mars zwey Jahre und 59 Tage; Venus ein Jahr und 219 Tage; Merkur 116 Tage, während daß jeder Epicykel den Kreis durchlief, der deswegen der forttragende (deferens) hieß, ſo lange der periodiſche Umlauf des Planeten währete (85, 454.).

Von den Ausnahmen, die dieſen Regeln ankleben, und den muthmaßlichen Annehmungen, die hinzu gebracht werden mußten, um die Bewegung der Sonnenferne und Sonnennähe (Apſides) zu erklären, will ich hier nicht ſagen; wenn jemand das zu wiſſen begierig wäre, der darf nur den erſten Theil des Almageſtums des P. Riccioli nachſchlagen, wo er alles dieſes mit der weitläuftigſten Entwickelung, und der äußerſten Genauigkeit antreffen wird.

381. Copernicus, der die concentriſchen Kreiſe, den eccentriſchen vorzog, bediente ſich eines erſten Epicykels für die erſte Ungleichheit, und wenn er hätte den Mittelpunkt eines zweyten Epicykels, auf dem Umfange des erſten, fortgehen laſſen wollen, ſo würde er die zwote Ungleichheit haben erklären können; man wird aber ſehen, mit welchem Erfolg er dieſe aus der Bewegung der Erde herleitete. Alle Planeten beſchrieben ihre Epicykel, nach der Meynung der Alten, genau in der Zwiſchenzeit, die ſie brauchten, um wieder in Zuſammenkunft mit der Sonne zu kommen. Die zwote Ungleichheit ſchien dahero von der Sonne abzuhangen; dieſe mußte ihnen alſo die Vorſtellung beybringen, zu unterſuchen, ob nicht jemand, der in die Sonne geſtellt wäre, die Sachen

in

in einer viel einfachern Ordnung ſehen würde, und ob nicht die Sonne der wahre Mittelpunkt aller dieſer Bewegungen ſeyn ſollte, die in ſo genauer Verhältniß mit ihr ſtünden; man hatte auch ſchon ſeine Zuflucht zu dieſem Hülfsmittel genommen, um die Ungleichheiten des Merkurs und der Venus begreiflich zu machen, und ſo war es natürlich, ſich eben deſſelben bey den übrigen Planeten zu bedienen.

Von der kopernikaniſchen Weltordnung.

382. Die Schwierigkeit die Copernicus in den Hypotheſen der Alten, bey Erklärung der zwoten Ungleichheit der Planeten (380) antraf, machte das Verlangen in ihm rege, dieſe leichter vorſtellig machen zu können, oder eine Hypotheſe zu erfinden, die weniger widerſprechendes, und weniger verwickeltes enthielte; er meldet uns in der Vorrede zu ſeinem Werke de Reuolutionibus Orbium, daß er zu dieſer Abſicht, alles dasjenige zu leſen angefangen habe, was er nur bey den alten Weltweiſen hiervon finden können, um zu erfahren, ob denn nicht einer geweſen, der der Himmelskugel andre Bewegungen beygemeſſen habe, als diejenigen wovon man ſchon ſo lange Zeit in den Schulen geredet; das merkwürdigſte was er hierinnen fand, war folgendes:

Cicero ſagt, daß Nicetas von Syracus, nach Theophraſts Nachricht, gemeynet habe, daß der Himmel, die Sonne, der Mond, die Sterne, ſich nicht täglich um die Erde bewegten, ſondern daß die Erde alleine ſich um ihre Axe mit großer Geſchwindigkeit drehete, und dadurch verurſachte, daß alles übrige in Bewegung zu ſeyn ſchiene. Plutarch erzählt auch, daß Philolaus der Pythagoräer, vorgab, die Erde habe eine

jähr-

jährliche Bewegung um die Sonne, in einem ſchiefen Kreiſe, der mit dem übereinkäme, welchen man der Sonne zueignete. **Heraklides von Pont**, und **Ecphantus** der Pythagoräer, legten in der That der Erde eine Bewegung bey, aber nur um ihre Axe, die mit der Bewegung eines Rades Aehnlichkeit hatte. **Heraklides** und die übrigen Pythagoräer, behaupteten daß jeder Stern eine Welt wäre, die wie die unſere, eine Erde, einen Dunſtkreis, und eine unermeßliche Ausdehnung von ätheriſcher Materie habe: **Ariſtoteles** (de cœlo libr. II. cap. 13) ſagt auch, daß die Weltweiſen in Italien die Pythagoräer hießen, das Feuer in das Mittel der Welt ſetzten, und die Erde unter die Planeten rechneten, die um die Sonne als ihren gemeinſchaftlichen Mittelpunkt herumgiengen.

583. **Diogenes Laertius** in dem Leben des **Philolaus**, ſagt, daß einige ihm die erſte Vorſtellung der Bewegung der Erde zueigneten, andre aber dem **Nicetas**: **Philolaus** war ein Schüler vom **Pythagoras** geweſen, und lebte ohngefähr 450 Jahr vor Chriſti Geburt. Zu dieſen hohen Gedanken der älteſten Weltweiſen kann man noch die Stellen ſetzen, wo **Seneca** auf die der Weltweisheit angemeſſenſte Art die Rückgänge der Planeten erkläret; „es hat Weltweiſen „gegeben, die uns geſagt haben, ihr betrüget euch, „wenn ihr glaubt, daß es Geſtirne gebe, die Rück„gänge machen, und die ſtille ſtehen, dieſe Ungereimt„heit kann bey den himmliſchen Körpern nicht ſtatt „finden; ſie gehen nach der Seite, nach welcher ſie ge„worfen worden; ſie ſchieben ihren Lauf niemals auf, „ſie verändern niemals ihre Richtung; woher kommt „es denn, daß ſie bisweilen rückwärts zu gehen ſchei„nen; die Urſache hiervon iſt die Sonne: ihre Bahnen

„oder

„oder ihre Kreiſe ſind ſo geſtellt, daß ſie uns zu ge„wiſſen Zeiten täuſchen; eben ſo wie man ofte ein „Schiff für feſtſtehend hält, das doch mit vollen Se„geln fährt.„ (Seneca quæſt. nat. libr. VII. Cap. 25. 26.)

Solche beſtimmte Ausſprüche der Alten flößten dem Kopernik einen Muth ein, und brachten ihn dahin, daß er alsbald die tägliche Bewegung, oder die Umdrehung der Erde um ihre Axe, annahm; dieſe einfache Bewegung vertrieb aus der Naturlehre, ganze hunderte an jedem Tage vorfallende Bewegungen; das ungekünſtelte dieſer Hypotheſe war hinreichend, ſie wahrſcheinlich zu machen, und bleibt ein wahrhafter Beweis für jeden Menſchen, der ſich von den Vorurtheilen ſeiner Kindheit losreißen will.

384. Denn wenn man die unermeßliche Höhle des Firmaments anſieher, die von einer Menge von Sternen erfüllet iſt, welche alle in erſtaunlichen Weiten von uns abſtehen, wenn man die Planeten betrachtet, die alle der täglichen Bewegung des Himmels, ganz gegenſeitig laufen; wenn man die Kleinigkeit der Erde in Erwägung nimmt, und ſie mit allen denen grenzenloſen Entfernungen in Vergleichung ſtellt, ſo unterdrückt die Unmöglichkeit alle Vorſtellung, daß alles zuſammen, ſich zugleich, durch eine allgemeine, regelmäßige und beſtändige Bewegung in Zeit von 24 Stunden, um ein ſo kleines Stäublein als die Erde iſt, ſollte herumdrehen können. Die tägliche in 24 Stunden vollendete Bewegung aller Geſtirne, um die Erde, iſt nicht nur eine wenig wahrſcheinliche Sache, ſondern ich getraue mir zu ſagen, daß ſie ungeräumt iſt, und daß man durch Vorurtheile oder Unwiſſenheit blind am Verſtande ſeyn muß, um einer ſolchen Vorſtellung bey-

beyzupflichten. Alle dieſe Planeten, die in ſo verſchiedenen Weiten von uns und unter ſich abſtehen, und deren eigene Bewegungen ſo ſehr von einander unterſchieden ſind: alle die Kometen die faſt gar keine Uebereinſtimmung mit den übrigen Himmelskörpern zu haben ſcheinen: alle dieſe Fixſterne, die uns unſre Fernröhre in allen Orten des Himmels in Millionen wahrnehmen laſſen: alle dieſe Körper, ſage ich, von welchen die einen mit den andern in keiner Verhältniß ſtehen, die eben ſo verſchieden ſind als Himmel und Erde, die unter ſich keine Gemeinſchaft oder Abhängigkeit haben, und ſo entfernt ſind daß die Einbildung bey der Vorſtellung derſelben ermüdet, ſollten ſich alſo vereinigen, jeden Tag, alle insgeſamt, und gleichſam als ein einziges Stück, ſich um eine Axe oder Achſe herum zu drehen, die ſelbſt ihren Ort verändert. Die Gleichheit der Bewegung ſo vieler Körper, die in allen übrigen Betrachtungen ſo ungleich ſind, ſollte allein den Weltweiſen anzeigen, daß bey den täglichen Bewegungen keine Wirklichkeit ſtatt finden könne, und wenn man darüber nachdenkt, ſo beweiſt ſie die Umdrehung der Erde auf ſo eine Art, daß aller Zweifel verſchwindet, und nichts mehr wieder ſie einzuwenden übrig bleibt.

Da wir endlich, durch Hülfe der Fernröhre, ohne alle Art von Ungewißheit wahrnehmen, daß ſich die Sonne und Jupiter um ihre Axen drehen (970), ſo iſt es nunmehro noch ſchwerer, die Umdrehung der Erde in Zweifel zu ziehen, da dieſe ohne allen Wiederſpruch viel kleiner als die Sonne iſt.

385. Die Alten waren genöthiget feſte Himmelskugeln anzunehmen, die durchſichtig waren als Kryſtall, wo ſie alle Geſtirne in einander einfügten, und von dieſen kugelförmigen Schalen, mußte ſich eine in der

andern herum bewegen; der P. Riccioli ſelbſt hat nöthig befunden ſich derſelben zu bedienen (Almag. nou. II. 288). Seit dem man aber beobachtet hat, daß ſich die Planeten ſichtbarlich uns nähern, und ſich wieder entfernen; ſeit dem man geſehen hat, wie nahe die Kometen zu der Erde herabſteigen, und bald wieder aufſteigen, bis ſie ſich dem Geſichte entziehen, ſo ſind die feſten Himmel eine bewieſene Ungereimtheit; es iſt dahero eben ſo thöricht wenn man annehmen will, daß der ganze Himmel ſich alle Tage, und alles in ihm auf einmal ſich ſollte herumdrehen können, indem derſelbe aus ſo viel tauſend von einander abgeſonderten Theilen beſtehet, ohne daß einer davon, mehr oder weniger Bewegung als die andern anzunehmen ſcheint, die ſo gar Kreiſe von verſchiedenen Größen beſchreiben, es ſey denn daß man geiſtliche Weſen zu Regierung der Bewegung beſtellt, die ohne Unterlaß beſchäfftiget ſind, die Wirkungen der Geſetze der Bewegung, die ſonſt der ganzen Natur vorgeſchrieben ſind, zu unterbrechen.

386. Der P. Riccioli ſetzt allen dieſen, die Stellen der heiligen Schrift entgegen, wo geſagt wird, daß die Sonne aufgehe und untergehe (410). Er bringt alsdenn 77 Beweisthümer wieder die Bewegung der Erde hervor, und wiederlegt 49 Sätze, von denen er annimmt, daß ſie zum Vortheil der kopernikaniſchen Weltordnung könnten behauptet werden: von allen Beweiſen, die er wieder die Bewegung der Erde vorbringt, kommen diejenigen, die in einige Betrachtung gezogen zu werden verdienen, alle mit dem Satze des Ptolomäus, überein (Almageſt. libr. I.) den Buchanan in folgenden Verſen ausgedruckt hat:

Ipſae etiam volucres tranantes aera leni
Remigio alarum, celeri vertigine terrae
Abreptas gemerent Syluas, nidosque tenella
Cum ſobole, et cara forſan cum coniuge; nec ſe
Auderet zephiro ſolus committere turtur.
Sphaerae, libr. I.

„die Vögel in den Lüften, würden die Erde und die „Wälder unter ihren Füßen fliehen ſehen; ſie würden „ihre Neſter, ihre Jungen, und vielleicht ihre Weib„chen durch die tägliche Bewegung der Erde gegen „Morgen weggeführt ſehen; die Turteltaube würde „aus Furcht ihr Neſt zu verlieren, niemals wagen, „ſich von der Oberfläche der Erde zu entfernen.„

387. Kopernik (Libr. I. cap. 8.) Kepler, Ptolomäus ſelbſt, hatten ſchon darauf geantwortet: es iſt unmöglich daß Körper der Erde, und der Dunſtkreis der Erde, welche ſeit ſo viel Jahrhunderten mit ihr verbunden ſind, und ſich mit ihr herumdrehen, dadurch nicht ſollten eine gemeinſchaftliche Bewegung, einen gemeinſchaftlichen Eindruck und Richtung erhalten haben; die Erde drehet ſich mit allen was ihr zugehört herum, und auf der bewegenden Erde, bleibt alles in eben der Verfaſſung, als wenn ſie ruhend wäre. Es iſt zu verwundern, daß Tycho, der P. Riccioli, und alle diejenigen welche dieſen Satz unter ſo mancherley veränderten Geſtalten wiederholt haben, nicht bedacht haben, daß, wenn man auf einem Schiffe, das mit allen Segeln geht, mit Kugeln, oder auf dem Billard ſpielet, ſo bleibt der Stoß der Körper nach einer Richtung ſo wohl, als nach der andern, in eben der Wirkung; und daß ein Stein, der von dem oberſten Maſtbaum eines in vollem Laufe befindlichen Schiffes herabfällt, gerade am Fuße des Maſtbaums zu liegen kommt, eben ſo wohl als wenn das Schiff in Ruhe

P 2 ſteht:

ſteht: die Bewegung des Schiffes, iſt gleich anfänglich dem Maſtbaume, und dem Steine, und allem was ſich auf dem Schiffe befindet mitgetheilt worden, ſo daß alles auf dem Schiffe ſo vorgehet als wenn es ohne alle Bewegung wäre; nur der Anſtoß an fremde Gegenſtände iſt es, der da macht, daß man die Bewegung merkt, wenn man im Schiffe iſt; weil aber die Erde an keinen ſolchen Gegenſtand anſtoßen kann, ſo iſt ganz und gar nichts in der Natur, oder auf der Erde, das durch ſeinen Widerſtand, durch ſeine Bewegung, oder durch ſeinen Anſtoß, uns die Bewegung der Erde ſollte merklich machen können. Dieſe Bewegung iſt allen Körpern auf der Erde, gemein; ſie mögen ſich immerhin in die Luft erheben, da ſie im voraus ſchon den Eindruck der Bewegung der Erde, ihre Richtung, und Geſchwindigkeit erhalten haben, ſo werden ſie, wenn ſie auch in den oberſten Gegenden der Dunſtkugel ſchweben ſollten, dennoch ihre Bewegung eben ſo wie die Erde fortſetzen. Eine Canonenkugel die ſenkrecht gegen das Zenith geſchoſſen worden, wird in den Mund der Canone wieder zurückfallen, obgleich die Canone, während der Zeit, da die Kugel in der Luft iſt, etliche Meilen weit, mit der Erde gegen Morgen fortgegangen iſt; (ſie muß unter dem Aequator, in einer Minute ſechs und $\frac{1}{4}$ franzöſiſche Meilen machen): die Urſache hiervon iſt ganz offenbar; die Canonenkugel, hat, da ſie ſich in die Luft erhob, nichts von der Geſchwindigkeit verlohren, die ihr die Bewegung der Erde mitgetheilt hat; dieſe beyden Eindrücke ſind einander nicht entgegen; ſie kann eine Meile nach der Höhe gehen, während daß ſie 6 Meilen gegen Morgen macht; ihre Bewegung in dem abſoluten Raume, iſt die Diagonale eines Parallelogramms, von welchen eine Seite eine Meile lang iſt, und die andre ſechs,

durch

durch ihre natürliche Schwere wird ſie wieder zurück⸗fallen, indem ſie einer andern Diagonale folgt, und ſo wird ſie die Canone, die eben ſo wohl als die Kugel, in der Linie geblieben iſt, welche vom Mittelpunkte der Erde, bis auf das Ende der Linie, wo ſie hingeſchoſſen worden, geht, wieder treffen.

388. Wenn die Kugel, in der Luft, auf eben der ſenkrechten Linie, über dem Punkte, wo ſie ausgefah⸗ren, ohne ſich mit der Erde fortzubewegen, verbleiben ſollte, ſo müßte eine wirkende Urſache in der Luft ſeyn, welche den gemeinen Eindruck, den die Kugel durch die Bewegung der Erde erhalten, vernichten könnte; wir wiſſen von keiner ſolchen Kraft; die Kugel kann dahero nicht aufhören ſich um der Erde Mittelpunkt zu bewegen, auch während daß ſie ſich von ihm durch den Stoß des Pulvers entfernt: das erſte und allge⸗meine Geſetz der Bewegung, iſt: ein Körper, der einmal die Beſtimmung erhalten, nach einer Rich⸗tung fortzugehen, bleibt auf derſelben Linie beſtändig gleichförmig, wofern ſich nicht eine Urſache findet, die dieſe ſeine Bewegung aufhalten oder vernichten kann; dieſes Geſetz wird durchgängig beobachtet, und beſtäti⸗get ſich allenthalben durch den Erfolg; es iſt dahero gar nicht wunderſam, daß die Vögel, die Wolken, die Stückkugeln, unverändert einerley Bewegung mit der Erde behalten, auch zu der Zeit da ſie ſich von ihr entfernen.

389. Wenn aber die Körper auf dem Erdboden, uns die Bewegung der Erde nicht entdecken können, ſo läßt uns doch alles was von der Erde entfernt iſt, dieſe Bewegung wahrnehmen: wir ſind auf einem Schiffe, das in einem ſo ſanften Zuge fortgehet, daß wir die Bewegung deſſelben gar nicht gewahr wer⸗

den, derjenige aber welcher ſich auf dem Schiffe befindet, ſiehet doch daß ſich Ufer und Städte von ihm entfernen, prouehimur portu, terraeque vrbesque recedunt; wir ſehen ebenfalls die Planeten, die Sterne, und den ganzen Himmel ohne alle Ausnahme, ſich auf eben die Art bewegen, und alles was außerhalb des Erdbodens iſt, macht uns unſre Bewegung kund.

390. Außerdem, daß man gegen die kopernikaniſche Weltordnung, keine Art von Beweiſe ſiehet, haben wir im Gegentheil einen recht phyſiſchen und wohl überzeugenden Beweis, von der täglichen Umdrehung, an der Verringerung der Schwere der Körper, die unter dem Aequator ſind; eine Verminderung, die der Schwungkraft (vis centrifuga) die von der Umdrehung der Erdkugel entſteht, gemäß iſt (816, 1011), und die der Erde die zuſammengedruckte ſphäroidiſche Geſtalt giebt, welche noch einen andern Beweis für die tägliche Bewegung abgiebt. Die Abirrung der Sterne (783), und die allgemeine anziehende Kraft, von welcher wir viele Beweiſe im XII. Buche vortragen werden, ſind noch phyſiſche, und beſtimmte Beweiſe von der Bewegung der Erde.

391. Wenn die tägliche Bewegung der Erde um ihre Axe einmal angenommen worden, ſo fällt es viel leichter eine zwote Bewegung der Erde in der Ekliptik zu erkennen: dieſe wird durch die Erſcheinungen des Stillſtehens und Rückgängig werdens der Planeten angezeigt (389), welche bloß ſcheinbar werden, wenn man die Bewegung der Erde zugeſteht, und eben dieſe, ſind unauflösliche beſondere Beſchaffenheiten bey jeden Planeten, ſobald man die Erde für feſtſtehend annimmt.

392. Es iſt dieſes eine Erſcheinung, die ſchon ſeit Hipparchs Zeiten, bey allen Planeten beobachtet worden,

den, daß, nachdem ſie eine Zeitlang ſich von Abend gegen Morgen zu bewegen geſchienen haben, und der Ordnung der himmliſchen Zeichen gefolget, ſo halten ſie ſich nach und nach auf, und werden hernach rückgängig (379). Die rückgängige Bewegung des Saturns dauret ohngefähr 136 oder 140 Tage in einem Jahre, oder vielmehr für eine Rückkehr zur Zuſammenkunft; die des Jupiters 118 oder 122; die vom Mars, zwiſchen 59 und 79; die der Venus 42, oder 44; die vom Merkur 22 Tage für 115, ſo lange ſein ſynodiſcher Umlauf dauret. Der Bogen des Rückganges, iſt von 6 bis 7° für den Saturn, von 10° für den Jupiter; er ſteigt von 10 auf 19° für den Mars, er iſt von 16° für die Venus, und zwiſchen 9 und 16° für den Merkur. Die Rückgänge kommen allezeit wieder, wenn ſich die Planeten in Zuſammenkunft mit der Sonne befinden, das iſt, ſie hangen von der jährlichen Bewegung der Sonne ab. Um dieſe in der ptolomäiſchen Weltordnung zu erklären, mußte man jeden Planeten in einem Epicykel durch eine Bewegung fortgehen laſſen, die von der Länge des Jahres abhieng, und für jeden Planeten beſonders war (380). Alle dieſe Verwickelungen verſchwinden bey der kopernikaniſchen Weltordnung; daher mußte dieſer Sternkündiger noch viel mehr geneigt ſeyn, ſie anzunehmen, als die alten Pythagoräer, welche dieſe Ungleichheiten der Planeten nicht kannten; und das war in der That die erſte Urſache die Copernicus um das Jahr 1507 hatte, andre Hypotheſen als die ptolomäiſchen aufzuſuchen, um die Planetenbewegungen zu erklären: ſein Buch erſchien 1543, und ſeit den Zeiten des Galiläus und Keplers, 1600, waren alle, die in der Sternkunde die geübteſten waren, von einerley Meynung mit dem Kopernik, und zweifelten gar nicht mehr an der Be-

wegung der Erde: Aller Fortgang der hernach in der Sternkunde gemacht worden, hat in dieſer Sache neue Beweiſe hervorgebracht; es iſt auch kein Grund mehr da, zu zweifeln, oder wieder die Bewegung der Erde vernünftige Einwendungen zu machen.

393. Die kopernikaniſche Weltordnung, iſt in der 42ſten Fig. vorgeſtellet; die Sonne iſt im Mittelpunkt der Welt; die Planeten laufen um ſie in folgender Ordnung: Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn, und in Entfernungen, die gegeneinander, wie folgende Zahlen ſind, 4, 7, 10, 15, 52, und 95, obgleich in der Figur dieſe Verhältniß nicht beobachtet worden. Dieſe Zahlen, die die einfachſten ſind, und am leichteſten behalten werden können, ſind ſo beſchaffen, daß jede Einheit etwas mehr als drey Millionen Meilen beträgt, 25 auf einen Grad, oder jede von 2263, ſechs Pariſer Fuß langen Klaftern; die Art dieſe Entfernungen zu beſtimmen, wird ſich in folgenden erklären laſſen (450). In eben dieſer Figur ſieht man, daß die Erde von der Bahn des Mondes umgeben iſt, den ſie mit ſich fortführet, ſowie Jupiter von den 4 Bahnen ſeiner Trabanten umgeben iſt, und Saturn von 5 andern Trabanten, wovon wir im 9ten Buche handeln werden.

Von der Erklärung der Erſcheinungen, die aus dieſer Weltordnung entſtehen (412) werde ich reden, nachdem die vom Tycho mir wird Gelegenheit gegeben haben, die Wahrheit der kopernikaniſchen Weltordnung noch beſſer zu beweiſen, welche auch der Grund von dem übrigen Theile dieſes ganzen Werkes ſeyn wird.

Von

Von der Weltordnung des Tycho-Brahe.

394. Wir handeln von der Weltordnung des Tycho, nachdem wir vorhero, die kopernikaniſche vorgetragen haben, um die Zeitordnung zu beobachten, und der Ordnung der Werke zu folgen die darüber herausgekommen; es iſt gewiß daß die tychoniſche Weltordnung, mit der ptolomäiſchen in Verhältniß ſtehet, weil beyde die Bewegung der Sonne annehmen, und die Erde für feſtſtehend halten; es hat aber noch nähern Vergleich mit der kopernikaniſchen, weil in dieſen beyden, die fünf Planeten um die Sonne gehen, und daß Tycho ſich hierinnen nach den Beweiſen des Kopernik gerichtet, ohne welchen er ſich nicht würde ſo hoch geſchwungen haben.

Die tychoniſche Weltordnung iſt in der 43ſten Fig. vorgeſtellet, die ich aus ſeinem Werke von dem Kometen 1577. das als ein Anhang zu ſeinen aſtronomiſchen Briefen gedruckt iſt, und die Aufſchrift führt: *Tychonis-Brahe* Dani de mundi ætherei recentioribus phænomenis, liber ſecundus, genommen. Die Erde T ſteht im Mittelpunkt der Figur, ſie iſt erſtlich von der Bahn des Mondes und hernach von der Sonnenbahn umgeben. Um die Sonne S als Mittelpunkt, ſind 5 andre Kreiſe beſchrieben, die Bahnen des Merkurs, der Venus, des Mars, des Jupiters, und des Saturns vorzuſtellen; und die Sonne, mit allen dieſen Bahnen begleitet, wird angenommen, daß ſie um die Erde T herum gehe, die doch viel näher bey ihr iſt, als die Bahnen des Jupiters und Saturns. Die Trabanten des Jupiters und Saturns, habe ich in dieſer Figur nicht vorgeſtellet, wie ich denn auch die Verhältniſſe nicht beobachtet habe, die ſich unter den Größen der Bahnen finden, um die Figur nicht allzugroß zu machen.

395. Die tychoniſche Weltordnung war ſchon, wenigſtens zum Theil, von den Egyptiern behauptet worden (376). Tycho, der eben ſo wie jene erkannt hatte, daß Venus und Merkur, ganz zuverläßig um die Sonne liefen, glaubte, daß es mit den übrigen drey Planeten eben ſo ſeyn könnte; der Schluß war ſehr natürlich, es wurden dadurch die Hypotheſen aller Planeten einförmig, und alle Epicykel der zwoten Ungleichheit, durch die bloße Bewegung der Sonne unterdrückt.

Tycho-Brahe hatte noch eine Urſache mehr, dieſe Weltordnung zu behaupten; Kopernik hatte funfzig Jahre vor ihm bewieſen, daß man die wunderlichen und ſonderbaren Erſcheinungen, des Stillſtandes und Rückganges aller Planeten, auf die natürlichſte und leichteſte Art erklären könne, wenn man ſie alle um die Sonne gehen ließe; Tycho-Brahe hatte Einſicht genug die Schönheit, Leichtigkeit, und folglich die Wahrheit dieſer Weltordnung zu erkennen; aber ſeine Hochachtung für einige Stellen der heiligen Schrift, die er nach damals gewöhnlicher Art ſchlecht auslegte, hielten ihn zurück, die Bewegung der Erde anzunehmen; er fand ſogar Schwierigkeit, ſich die veränderte Stellung unſrer Erdkugel begreiflich zu machen, weil er nach den gemeinen Begriffen gewohnt war, die Erde als die ewige Grundfeſte, und den unbeweglichen Boden aller Dauerhaftigkeit zu betrachten; daher behielt er von der kopernikaniſchen Weltordnung alles, was er konnte, nämlich die Bewegung aller Planeten um die Sonne, die Sonne ſelbſt aber, ließ er in Begleitung aller dieſer Planeten um die Erde gehen.

396. Un-

396. Unterdeſſen wollte Tycho doch nicht, daß man glauben ſollte, er habe die kopernikaniſche Weltordnung nur umgewendet, um daraus die ſeinige zu bilden: die Gelegenheit, welche ihn, wie er ſagt, zu Erfindung derſelben gebracht, iſt folgende: er beobachtete 1582 den Mars ſehr ſorgfältig, da er im Gegenſtande der Sonne war; er urtheilte, daß derſelbe uns viel näher ſtünde als die Sonne, und nun konnten die Hypotheſen des Ptolomäus nicht mehr ſtatt finden, denn dieſen zu Folge mußte Mars viel weiter als die Sonne ſeyn. Auf einer andern Seite, glaubte Tycho bemerkt zu haben, daß die Kometen, wenn ſie der Sonne entgegenſtehend beobachtet worden, die jährliche Bewegung der Erde nicht wahrnehmen ließſen, welches doch nach der kopernikaniſchen Weltordnung erfolgen ſollte; daher wurde er bewogen, die kopernikaniſche Hypotheſe zu verwerfen, und nunmehro blieb ihm kein ander Mittel übrig, den nahen Stand des Mars bey der Erde zu erklären, als durch die Weltordnung, die er bekannt machte.

In dem Werke, das Tycho bey Gelegenheit des Kometen 1577 herausgab, redet er weitläuftig von ſeiner um das Jahr 1582 erſonnenen Weltordnung. „Ich hatte beobachtet,„ ſagt er, „daß die alte pto„lomäiſche Weltordnung nicht natürlich war; die „Menge der Epicykel, deren er ſich bedient, die Bewe„gungen der Planeten in Anſehung der Sonne, ihr „Stillſtehen und Zurückgehen, und einen Theil ihrer „ſcheinbaren Ungleichheiten, zu erklären, iſt über„flüßig; dieſe Hypotheſen ſind auch den Grundſätzen „der Kunſt zuwider, indem ſie dieſe Bewegungen „gleich annehmen, nicht um ihren eigenthümlichen „und natürlichen Mittelpunkt, ſondern um einen frem„den Punkt, nämlich eines andern Epicykels, den ſie

„des-

„deswegen den vergleichenden nennen. Ich konnte „auch der, von dem großen Kopernik, nach dem „Beyſpiel des Ariſtarchs von Samos eingeführ„ten Neuerung, wovon Archimedes in ſeinem Bu„che von der Sandrechnung, das dem Könige von „Sicilien Gedion zugeeignet iſt, ſchreibt, nicht bey„pflichten; ob ſie gleich auf die gelehrteſte Art, alles „was in der ptolomäiſchen Weltordnung unnütze und „mangelhaft iſt, verbeſſert, und nichts wider die ma„thematiſchen Grundſätze enthält: dieſe grobe Maſſe „der Erde, die zur Bewegung ſo wenig geſchickt iſt, „kann nicht ſolchergeſtalt aus ihrer Stelle vertrieben, „und auf eine dreyfache Art bewegt werden, wie die „Himmelskörper, ohne wider die Gründe der Natur„lehre zu handeln; das Anſehen der heiligen Schrift „ſetzt ſich dargegen; ich werde an einem andern Orte „von dieſen verſchiedenen Schwierigkeiten reden, wie „auch von der, die daraus entſteht, daß man einen uner„meßlichen Raum zwiſchen der Bahn des Saturns „und der achten Sphäre, darinnen gar kein Geſtirn „zu finden iſt, annimmt. Ich ſahe dahero wohl, „daß ſich auf beyden Seiten Ungereimtheiten zeigten; „und nahm mir vor, eine ganz genaue Unterſuchung „anzuſtellen, ob nicht eine Hypotheſe ſollte gefunden „werden können, die vollkommen mit den Erſcheinun„gen, und den mathematiſchen Grundſätzen überein„käme, ohne daß ſie der Naturlehre widerſpräche, „und von den Gottesgelehrten die Verwerfung zu be„fürchten habe, es gelung mir beſſer, als ich hoffte, „ich fand endlich eine Art, die himmliſchen Bewe„gungen ſo zu ordnen, daß dadurch allen Schwierig„keiten abgeholfen wird; von welcher ich den Liebha„bern der himmliſchen Naturlehre nunmehro Nach„richt ertheilen will.„

„Ich halte demnach dafür, daß die Erde nach „richtiger Beſtimmung und ohne allen Zweifel, un„beweglich in den Mittelpunkt der Welt muß geſtellet „werden, wobey ich der Meynung der alten Aſtrono„men oder Naturkündiger, und dem Zeugniſſe der „heiligen Schrift folge: ich nehme nicht, wie Pto„lomäus und die Alten an, daß die Erde der Mit„telpunkt von den Bahnen der zwoten Bewegung iſt; „ich meyne aber, daß die himmliſchen Bewegungen „ſolchergeſtalt geordnet ſind, daß der Mond und die „Sonne allein, mit der achten Sphäre, die am al„lerweiteſten von allen abſtehet, und alle andre in ſich „faßt, den Mittelpunkt ihrer Bewegung gegen die „Erde haben; die fünf übrigen Planeten gehen um „die Sonne herum, als um ihr Oberhaupt und ihren „König, die Sonne befindet ſich beſtändig im Mittel „ihrer Bahnen, die ſie auch in ihrer jährlichen Be„wegung begleiten. . . . . Es wird demnach die „Sonne die Regel und das Ziel aller dieſer Bewe„gungen ſeyn; und ſie wird, wie Apollo mitten un„ter den Muſen, die ganze himmliſche Harmonie „aller dieſer Bewegungen, von welchen ſie umgeben „iſt, einrichten.„

397. Obgleich Tycho, die Bewegung der Erde, als einen Satz anſahe, der der Gottesgelehrtheit, und der Naturlehre widerſprach, ſo erkannte er doch den Nutzen deſſelben, in der Sternkunde, wie man aus dem, was er in ſeinem Werke: Progymnaſmata, Tom. I. pag. 661. ſagt, ſchließen kann: „Ich ge„ſtehe,„ ſagt er, „daß die Umläufe der fünf Pla„neten, welche die Alten den Epicykeln zueigneten, „ſich durch die bloße Bewegung der Erde leicht, und „ohne Weitläuftigkeiten erklären laſſen; daß die alten

„Mathe-

„Mathematiker viel Thorheiten und widerſprechende „Sätze angenommen haben, die Kopernik weggeräumet hat, und daß es noch etwas genauer mit „den himmliſchen Erſcheinungen übereinſtimmt.„ Bald darauf aber, ſiehet man, daß Tycho das Zeugniß der heiligen Schrift für die größte Hinderung bey der Kopernikaniſchen Weltordnung hielt.

398. Was Tycho von der kopernikaniſchen Weltordnung urtheilte, ſieht man auch aus einem Schreiben deſſelben an Rothmann, einen Mathematiker des Landgrafen von Heſſen, vom 21ſten Februar 1589: „Wenn ich,„ ſagt er, „von den himmliſchen Bewegungen ex profeſſo handeln werde, ſo will ich „zeigen, daß meine Hypotheſen, den himmliſchen Erſcheinungen genugthun, daß ſie denen des Ptolomäus und Kopernik weit vorzuziehen ſind; und mit „der Wahrheit beſſer übereinſtimmen; wenn euch „aber dieſelben zu ſehr mißfallen ſollten, wenn ihr lieber wollet die Erde und die Meere, in Begleitung des „Mondes, durch eine jährliche Bewegung herumgehen laſſen, und einem einzigen und geringen Körper, eine dreyfache Bewegung beylegen; wenn ihr „wollt, daß dieſe Erde, ob ſie wohl ſo wenig zur Bewegung geſchickt iſt, und ſo weit unter dem Werthe „der Geſtirne zu achten iſt, dennoch wie ein Geſtirn „ſelbſt, in der ätheriſchen Gegend herum geführt „werden ſoll, ſo habt ihr hierinnen eure völlige Freyheit. . . . Aber heißt das nicht die Dinge dieſer „Welt, mit den himmliſchen Dingen verwechſeln, „und die Ordnung der Natur ganz und gar umkehren? Unterdeſſen betrüget euch nicht dabey, wenn „ihr glaubt, daß Kopernik alle phyſiſche Ungereimtheiten, die aus ſeiner Hypotheſe folgen, ſollte ge-

„nug-

„nugſam gehoben haben: ich will euch künftig einmal „zeigen, daß alles, was ihr zu ſeiner Vertheidigung „ſagt, gar nicht hinreichend iſt, die Sache außer „Zweifel zu ſtellen; und in der Auslegung der Stel„len der heiligen Schrift, die eurer Weltordnung wi„derſprechen, ſeyd ihr noch weniger des Beyfalls wür„dig.„ (Epiſt. aſtronom. pag. 147.). Tycho giebt ſich nunmehro alle Mühe, ſeinem Freunde zu beweiſen, daß die heilige Schrift mit der kopernikaniſchen Weltordnung alle Uebereinſtimmung verſaget.

399. Longomontanus, ein berühmter Sternkündiger, der ſich bey dem Tycho in Uraniburg zehn Jahr lang aufgehalten hat, deſſen auch Tycho mit vielem Ruhme gedenket, der auch vieles zur Ausgabe von ſeinen Werken beytrug, konnte ſich nicht entſchließen, die Meynung des Tycho völlig anzunehmen; er gab der Umdrehung der Erde Beyfall (Aſtronomia Danica, pag. 161. 220), um nicht die unglaubliche Geſchwindigkeit der täglichen Umdrehung, dem ganzen Bau des Himmels beyzulegen, welche durch ihre Schwungkraft gar bald die Sterne und Planeten zerſtreuen würde, wofern man nicht die Himmel feſte zu ſeyn annähme (385), wie der P. Riccioli zu thun genöthiget iſt (Almageſtum nouum, II. 288.), oder geiſtliche Weſen zur Bewegung verordnete. Eben ſo iſt es mit dem Origanus in dem Zueignungsſchreiben, das ſeinen Ephemeriden vorgeſetzet iſt, und mit dem Argolus in ſeinem Pandoſium, Cap. 3. Gegen dieſe Meynung findet ſich weniger Schwierigkeit zu machen, als gegen die des Tycho-Brahe; es iſt aber ſchon gezeigt worden, daß die jährliche Bewegung, eben ſo offenbar iſt, als die tägliche Bewegung (392).

Von den Einwürfen wider die kopernikaniſche Weltordnung.

400. Alle Bewegungsgründe, die von der einfachen, und ſchönen Einrichtung der kopernikaniſchen Weltordnung, und von der vollkommenen Uebereinſtimmung, die man durch die Annehmung derſelben, in der ganzen Sternkunſt findet, hergenommen ſind, gelten bey jedem Naturkündiger, der nicht im voraus ſchon wider die Möglichkeit der Bewegung der Erde eingenommen iſt, eben ſo viel als ein Beweis; es ſind nunmehro die Einwürfe zu beantworten, die wider dieſe Bewegung gemacht werden können, und alsdenn wird faſt nichts mehr zu unſern Beweiſen erfordert werden können; ſie werden vielleicht keinen mathematiſchen Beweis ausmachen, aber gewiß eine Verbindung vieler phyſiſchen Beweiſe, die ſo vollgültig als der ſchärfſte Beweis ſeyn werden, wenn man überhaupt, die gerade auf die Bewegung der Erde führenden Kennzeichen, jenen noch beyfügen will (384. 390. 409.).

Ich finde überhaupt in der Beantwortung der Einwürfe des Tycho-Brahe, gegen die kopernikaniſche Weltordnung, ein Vergnügen, weil ſein Zeugniß von ſo großem Gewicht iſt, und ſein Anſehen in der Sternkunde ſo viel Verehrung verdient, daß uns bey der kopernikaniſchen Weltordnung viel daran gelegen iſt, wenn wir zeigen können, daß, wenn er weniger Vorurtheile gehabt, und von dem unterrichtet geweſen wäre, was erſt nach ſeinem Tode beobachtet worden, ſo würde von allen Einwendungen, die er wider dieſe Weltordnung machte, keine mehr ſtatt gefunden haben.

401. Er

401. Er fragt Rothmannen (Epiſt. aſtronom. pag. 167.), wie es möglich ſeyn ſollte, daß eine von einem hohen Thurm herabfallende Kugel, allezeit ganz genau auf den Punkt fallen könne, der ſenkrecht unter ihr am Fuße des Thurms liegt; wenn die Erde eine tägliche Umdrehung hat, ſo muß der Thurm gegen Morgen fortgehen, und ſich von der Kugel weit entfernen, ehe dieſe zum Fuße des Thurmes gelangt: heut zu Tage aber, weiß man aus den erſten Gründen der Mechanik, und aus der Erfahrung der Schiffe, daß die Kugel den Thurm keinesweges verlaſſen kann (387).

402. Man kann ſich gar nicht einbilden, wird man ſagen, daß die Erde ſich alle Tage umkehren ſollte, und daß wir in 12 Stunden unſere Köpfe unterwärts haben; allein, es iſt durch die Erfahrungen der Reiſenden bewieſen, daß wir Gegenfüßer haben, deren Füße gegen die unſrigen gerichtet ſind (147); wir werden dahero in 12 Stunden in eben der Stellung ſeyn, wie dieſe jetzt wirklich ſind; das eine iſt nicht ſchwerer zu begreifen als das andre.

403. Die Erde, ſagt Tycho (398), iſt eine ſchwere, grobe, geringe und ungeſchickte Maſſe, die zur Bewegung nicht ſonderlich geſchickt iſt, die nur geſchaffen zu ſeyn ſcheint, die unbewegliche Grundfeſte alles Stilleſtehens zu verbleiben; ihr wollt aus ihr ein Geſtirn machen, und ſie durch die Luft führen, das iſt ein ſehr ſeltſames Vorgeben. Was iſt aber in dieſer Einwendung des Tycho gründliches? Siehet man nicht im Gegentheil einen Mann, der nach Art gemeiner Leute, für die Begriffe eingenommen iſt, die er in ſeiner Jugend eingeſogen? Warum ſollte doch wohl die Erde, die nach den Beobachtungen

gen und Beweiſen des Tycho ſelbſt, viel kleiner als die Sonne iſt, zur Bewegung weniger geſchickt ſeyn als die Sonne? Warum ſollte ſie denn, viel ſchlechter und gröber als die Planeten ſeyn, die eben ſo undurchſichtig und dunkel als die Erde ſind, wenn ſie von der Sonne nicht erleuchtet werden, die mehrentheils wohl eben ſo grob als die Erde ſind, wie Tycho ſelbſt zugeſteht, und die auch rund ſind wie die Erde.

404. Tycho fand bey der unermeßlich weiten Entfernung der Fixſterne, die in der kopernikaniſchen Weltordnung ſtatt finden mußte, damit die jährliche Kreisbahn der Erde verſchwindend klein wurde, ſehr großen Anſtoß (768): es iſt gar nicht wahrſcheinlich, ſagte er, daß der Raum von der Sonne bis zum Saturn, 700mal kleiner, als der Abſtand der Fixſterne ſeyn ſollte, ohne daß in dieſem Zwiſchenraume ſich andre Geſtirne befinden ſollten; unterdeſſen iſt man doch genöthiget, dieſes anzunehmen: ſonſt würden die Sterne von der dritten Größe, wenn ihr Durchmeſſer eine Minute betrüge, der ganzen jährlichen Erdbahn gleich ſeyn, wenn jene nur eine jährliche Parallaxe von 1½ Minute hätten; was würde nun aus den Sternen der erſten Größe werden, wenn ihnen 2 oder 3 Minuten ſcheinbarer Durchmeſſer zukäme?

Dieſe Einwürfe des Tycho würden vielleicht heut zu Tage nicht haben gemacht werden können; er würde erkannt haben, daß die Kometen, noch viel größere Bahnen als Saturn haben, und dadurch einen Theil dieſes unermeßlichen Raumes, deſſen Leere ihm unbegreiflich ſchien, erfüllen; er würde durch die Entdeckung der Fernröhre erfahren haben, daß der ſcheinbare

bare Durchmeſſer der Sterne von der erſten Größe, keine Secunde beträgt (769) und daß man alſo nicht genöthiget iſt, ſich dieſelben von ſo erſtaunlicher Größe vorzuſtellen. Wenn man aber auch, einen unermeßlichen Abſtand der Fixſterne von den Planeten zugeſtehen, und die Fixſterne, die wir ſehen, für weit größere Körper als die Sonne halten müßte, ſo ſehe ich nicht, daß daraus ein gegründeter Einwurf wider die kopernikaniſche Weltordnung entſtehen könnte; die in der tychoniſchen Weltordnung viel näher ſtehenden, und viel kleinern Sterne, machen zu dem Beweiſe für dieſelbe, eine ſehr gleichgültige Sache aus, weil wir außerdem, von ihrer wahren Größe, eben ſo wenig Begriffe haben, als von ihrem Abſtande.

405. Hiernächſt fragt auch noch Tycho, wie die Vorſtellung der parallele Bewegung der Erdaxe, möglich ſey, und wie ſolchergeſtalt ein und ebenderſelbe Körper, zwo verſchiedene Bewegungen annehmen könne, davon eine ſeinen Mittelpunkt fortbringt, und die andre, die Lage ſeiner Axe beſtändig verändert. Aber der parallele Stand der Erdaxe, wird durch keine beſonders hierzu nöthige Bewegung erhalten, wie Tycho hier vermuthet, der hieraus immer, die ſo genannte dritte Bewegung der Erde macht; es iſt aber dieſes eine Stellung der Erdaxe, die unverändert bleibt, weil keine Urſache da iſt, die eine Veränderung derſelben bewirken ſollte: es iſt genug, daß die Axe einmal gegen einen Punkt des Himmels gerichtet worden, ſo wird ſie beſtändig auf denſelben gerichtet verbleiben (417), ob auch gleich die Erde eine jährliche Bewegung nach einer beſtimmten Richtung haben ſollte; es iſt weder ein phyſiſcher noch mathematiſcher Grund vorhanden, aus welchen man ſchließen könnte,

 daß

daß die Axe der täglichen Bewegung, ſich ſenkrecht auf die Erdbahn richten werde: zwiſchen dieſen beyden Bewegungen iſt weder Abhängigkeit noch Zuſammenhang: in der Zeit, da alle Theile der Erde durch die Schwungbewegung nach einer Seite zu geworfen werden, erhalten ſie alle, gleiche Geſchwindigkeiten, und parallele Richtungen; dieſes verändert dahero nichts in der Lage, die die einen gegen die andern haben, und in der, welche ſie immerfort haben müſſen. Man kann demnach annehmen, daß die Erde, (die anfänglich um eine unbewegte Axe gedrehet worden), nach einer Richtung, welche es auch ſey, getrieben worden; ſo wird, weil alle Theile eben denſelben Eindruck erhalten, eine völlige Erſetzung der Bewegung der obern Theile gegen die untern erfolgen, und dieſe werden alleſammt die Kreisbewegung, die ſie vorhero hatten, ferner erhalten, das iſt, jeder Theil bewegt ſich nach einer Richtung, die derjenigen parallel war, welcher er anfänglich folgte, da die Erde feſte ſtund. Wenn ein Kreiſel, durch die Kreisbewegung, die ihm gegeben worden, ſich auf einem Tiſche herumdrehet, ſo kann der Tiſch fortgetragen, von der Höhe nach der Tiefe, von der Rechten nach der Linken, ſchief, kreisförmig bewegt werden, ohne daß dadurch die Bewegung des Kreiſels ſollte verändert werden; man kann dieſen Kreiſel, nach jeder beliebigen Richtung neigen und ſchwingen, ohne daß er dadurch aufhören ſollte, ſich um ſeine Axe zu drehen. Eine Kugel, die aus der Kanone fährt, drehet ſich faſt beſtändig um ihre Axe, aber bald nach einer, bald nach der andern Seite, nach der Beſchaffenheit des Anſtoßens, das ſie vor dem Ausgange aus der Kanone erlitten; dieſes macht bey der Abfeurung keine Veränderung, und hängt keinesweges von ihr ab.

Man

Man ſehe Robins nouveaux principes d'Artillerie, traduits par M. *Dupuy*, 1771.

406. Bey den Kometen, glaubte Tycho eine ſehr ſtarke Einwendung wider die kopernikaniſche Weltordnung zu finden, wenn er ſagte, daß die jährliche Bewegung der Erde bey ihnen keine Veränderung merken ließe. Es ſcheint ſogar, daß Tycho zu der Zeit, da er 1582 eine neue Hypotheſe zu erfinden beſchäfftiget war, durch welche der nahe Stand des Mars bey der Erde, ſollte erkläret werden können, die Urſache, die kopernikaniſche Weltordnung zu verwerfen, darinnen fand, daß die Kometen keine ſcheinbare Ungleichheiten in ihrem Laufe wahrnehmen ließen, welches doch erfolgen müßte, wenn die Erde eine jährliche Bewegung hätte. Dieſe Einwendung war wirklich wichtig; und wenn die Sache ſich in Wahrheit ſo befunden hätte, würde man nicht darauf haben antworten können, aber, Tycho hatte wenig Kometen beobachtet; wenn er den von 1681 geſehen hätte, deſſen ſcheinbarer Lauf ſo verwickelt und wunderlich war, daß Caſſini ſogar zween verſchiedene Kometen daraus machte, deſſen Laufbahn aber eine genaue und regelmäßige Krümmung hat, wenn man die Bewegung der Erde dabey in Betrachtung zieht; wenn er ferner die Kometen ſollte geſehen haben, deren krumme Laufbahn mit der äußerſten Genauigkeit, in einer einzigen um die Sonne gehenden krummen Linie vorgeſtellet worden, die mit der Bewegung der Erde in Verbindung iſt, wie im zehnten Buche wird gezeigt werden, würde er wahrſcheinlicher Weiſe bewogen worden ſeyn, ganz anders zu urtheilen, und das, was bey ihm einen Grund abgab, die kopernikaniſche Weltordnung zu beſtreiten, würde der drin-

gendſte Beweis geworden ſeyn, ſie für die wahre zu erkennen.

407. Tycho ſahe ſich genöthiget, zur Bewegung der Planeten um die Sonne, eine Art von Centralkraft, oder einen Trieb gegen dieſes Geſtirn anzunehmen: er ſchreibt an Rothmannen (Epiſt. aſtronom. pag. 148.) „Was iſt das, ich bitte euch, für „eine den Zuſammenhang bewirkende Materie, durch „welche gewiſſe Körper, als das Eiſen und der Ma„gnet, ſich vereinigen, und ſich wechſelsweiſe ſuchen, „obgleich Körper zwiſchen ihnen befindlich ſind? „Wenn dieſe Kraft, natürlich in den lebloſen Kör„pern der Erde ſtatt findet, warum ſollte man ſich „nicht dieſelbe bey den himmliſchen Körpern vorſtellen, „die von den Platonikern, und den gelehrteſten Welt„weiſen, ſo zu reden, für belebt, und mit göttlicher „Kraft begabt, gehalten wurden: Leſet den Plinius „mit Aufmerkſamkeit, am Ende des 16ten Kapitels, „des zweyten Buches, von der Urſache des Stillſtan„des und Rückganges der drey obern Planeten; das, „was er davon ſagt, ob es gleich dunkel und faſt un„gereimt iſt, verdient doch einige Aufmerkſamkeit, „und giebt zu erkennen, daß unter den älteſten Ma„thematikern, und unter denen ſelbſt, welche die Er„de unbeweglich im Mittelpunkt der Welt geſetzet, ei„nige geweſen ſind, die keine Epicykel gebraucht ha„ben, ſondern ſich überredet haben, daß dieſe Er„ſcheinungen, durch eine gewiſſe verborgene Urſache, „ſich auf die Sonne beziehen, und durch ihre Abhängig„keit von der Sonne erkläret werden könnten, ohne „daß zwiſchen der Sonne und den Planeten eine Ma„terie anzutreffen ſeyn ſollte, die vermögend wäre, ſie „zuſammen zu vereinigen.„

Tycho ſtellte ſich demnach eine gewiſſe Kraft vor, die den Zuſammenhang der Planeten und der Sonne machte, ſo wie man ſie heut zu Tage allgemein annimmt (999); dieſe Kraft aber erſtreckt ſich bis zum Saturn, und demnach viel weiter als bis zur Erde. Wie kann man ſich aber einbilden, daß die Kraft der Sonne, die vermögend iſt, viel größere Planeten, als die Erde, und in viel weitern Entfernungen an ſich zu halten, dennoch unwirkſam auf die Erde ſeyn ſollte, und daß im Gegentheil, die Sonne, die durch eine ſo weitläuftige Begleitung ausgerüſtet iſt, und ihre Kraft bis zur äußerſten Grenze des unermeßlichen Weltraumes treibt, doch gezwungen ſeyn ſollte, ohne Unterlaß um eine Erdkugel, die viel kleiner, und viel näher iſt, als die Planeten, auf welche ſich noch ihre Wirkung erſtreckt, herumzulaufen: es iſt klar, daß dieſes in der tychoniſchen Weltordnung, eine offenbare Ungereimtheit iſt.

408. Bey den Wahrheiten der Naturlehre, läßt ſich kein ſo ſtrenger und beſtimmter Beweis führen, wie in der reinen Meßkunſt: wenn ein Menſch zufälliger Weiſe, und zum erſten male, auf ein Schiff geſtellet wäre, das auf einem Fluſſe fortgehet, und dieſer hätte ſich vorhero, durch Wirkung einer falſchen Meynung, aufs ſtärkſte überredet, daß dieſes Schiff unbeweglich wäre, ſo möchte man ihm immerhin die Erde, die Bäume, und das Ufer in Bewegung zeigen, und ihm erklären, daß alles dieſes nicht ſo auf einmal, nach einer Gegend fortgeführt werden könne, ſondern daß die Bewegung ſeines Schiffes alleine, die Urſache aller dieſer Erſcheinungen ſey, und hinreiche, alle Bewegung, die er wahrnimmt, zu erklären; wenn nun dieſer Menſch, es niemals ſelbſt erfahren

 hat,

hat, indem er nie an das Land geſtiegen, wenn er niemals ein Schiff auf dem Waſſer hat fortgehen ſehen, wenn er hundertmal das Gegentheil hat behaupten hören, ſo wird er immer antworten können, daß man vielleicht recht habe, aber daß er es niemals erfahren, ob es auch wirklich wahr ſey. In dieſen Umſtänden befindet ſich der Naturkündiger, der dem unwiſſenden Volke, die Bewegung der Erde erklären will; er wird dieſem Tauſende von Sternen zeigen, die alle nach einer Gegend fortzugehen ſcheinen, ob ſie gleich in erſtaunlichen Entfernungen von einander abſtehen; er wird ihm ſagen, daß man ſich ſogar keine allgemeine Urſache, bey ſo vielen einzeln ſtehenden, und von einander gar nicht abhangenden Körpern einbilden kann, die vermögend ſeyn ſollte, ſie alle zugleich fortzutreiben, und ſie alle Tage einen völligen Umlauf, um die kleine Maſſe von Erde, die man nicht gewahr werden würde, wenn man bey einem Sterne ſtünde, machen zu laſſen; der Naturkündiger würde ihm auch noch ſagen, daß eine einzige Kreisbewegung der kleinen Erdkugel, die im Halbmeſſer nur 1432 franzöſiſche Meilen hat, hinreichend iſt, dieſe unendliche Menge von ſcheinbaren Bewegungen zu verurſachen: alles dieſes wird nicht wirkſam genug ſeyn, diejenigen zu üb.rzeugen, die nicht ſo viel Naturlehre beſitzen, ſich von Vorurtheilen frey zu machen; es iſt dieſes nicht ein eigentlich ſogenannter Beweis, dergleichen giebt es gar nicht in der Naturlehre; der Naturkündiger verlangt ſie auch nicht, es iſt ihm genug, wenn er eine Menge von Gründen vortragen kann, indem andre ihm keine einzige aus der Naturkunde genommene Einwendung wider die Bewegung der Erde vorbringen können.

409. Un-

409. Unterdeſſen muß man doch folgende Entdeckungen, als gerade auf die Sache gehende und beſtimmte Beweiſe der Bewegung der Erde, erkennen, nämlich, die Erſcheinung der Abirrung der Fixſterne (VII. Buch.), die zuſammengedruckte Geſtalt der Erde (VIII. Buch.), die Verkürzung der Perpendikel unter dem Aequator (807), und alle Erſcheinungen, die die allgemeine anziehende Kraft der Himmelskörper beſtätigen (S. XII. Buch.); weil dieſes Geſetz, ohne die Bewegung der Erde nicht beſtehen kann; dieſes iſt der erſte Grund der ganzen Sternkunde, und der ganzen himmliſchen Naturkunde. Man kann demnach ſagen, daß ein aſtronomiſches Buch, für ſich ſelbſt, eine Verbindung von tauſend verſchiedenen Beweiſen der Bewegung der Erde iſt; der Zuſammenhang aller Theile, eines ſolchen Werkes, würde getrennt, und ihre Uebereinſtimmung verwirret werden, wenn man dieſe Bewegung anzunehmen, ſich weigern wollte.

410. Der P. Riccioli verwendet mehr als 200 Seiten in Folio, in ſeinem zweyten Bande des Almageſtums, um über die kopernikaniſche Weltordnung zu ſtreiten; überhaupt aber, bringt er da die Zeugniſſe der heiligen Schrift vor, die in aller ihrer Stärke dargeſtellet ſind; unter allen dieſen Sätzen findet ſich nichts bemerkenswürdiges, das nicht ſchon in den vorhergehenden Artikeln enthalten ſeyn ſollte. Er beſtehet auch ſehr auf dem Zeugniſſe der Schrift, die uns ſo ernſthaft entgegengeſtellet worden: Joſua 10, 13. Pſalm 92, 1. Pſalm 103, 5. Pred. Salomo 1, 5. Eſaias 34, 8. Richter 5, 20. im dritten Buche Eſrä 4, 38. Wenn man aber dieſe Stellen ohne Vorurtheil lieſt, ſo hört man da die gemeine gewöhnliche

 Sprache,

Sprache, die nicht anders ſeyn kann, wofern ſie nicht unverſtändlich werden ſoll, und darinnen findet man nichts, das die Lehre, oder die Naturkunde betreffen ſollte. Im übrigen haben verſchiedene geiſtliche Schriftſteller, Auslegungen von aller Art zuſammengetragen, um darzuthun, daß die unterſchiedentlich vorkommenden Stellen der heiligen Schrift, wo von dem Laufe der Sonne geredet wird, von dem Laufe der Erde, ohne den Worten Gewalt anzuthun, verſtanden werden können. Der Eifer würde von ſehr ſeltſamer Art ſeyn, wenn man verlangen wollte, daß die heiligen Bücher, ohne alle, im gemeinen Leben gebräuchliche Ausdrücke ſeyn ſollten. Endlich findet auch der Römiſche Hof keine Schwierigkeiten mehr in dieſer Sache. Man hat ſogar in der letzten Ausgabe des Index den Artikel weggelaſſen, der alle die Bücher betraf, in welchen die Bewegung der Erde behauptet wird, und da ich in Rom war, ſahe ich wohl, daß man Urſache zu hoffen habe, daß den Naturkündigern bald, alle Freyheit in dieſer Sache, viel ausdrücklicher ertheilet werden würde.

411. Der natürliche Schluß, aus allen was in vorigen geſagt worden, iſt, daß die kopernikaniſche Weltordnung die einzige iſt die angenommen werden muß; ſie iſt eben ſo gut erwieſen, als nur eine Sache in der Naturkunde erwieſen werden kann. Demnach drehet ſich wirklich die Erde um ihre Axe, und läuft um die Sonne, eben ſo wie die andern Planeten, und wider dieſe zwiefache verbundene Bewegung, finden weder phyſiſche noch moraliſche Einwürfe ſtatt; dieſes wird auch noch mehr bewieſen ſeyn, wenn wir alle Erſcheinungen in der Sternkunde, durch dieſe doppelte Bewegung werden erkläret haben.

Erklä-

Erklärung der Erſcheinungen in der kopernikaniſchen Weltordnung.

412. Der tägliche Kreislauf des ganzen Himmels, läßt ſich in der kopernikaniſchen Weltordnung, mit der äußerſten Leichtigkeit erklären; es iſt erwähnt worden (384) daß dieſes der vornehmſte Grund zu ihrer Annehmung war; denn es iſt genug, daß wir uns um die Axe der Erde, von Abend gegen Morgen drehen, ſo werden dadurch alle Geſtirne ſich gegenſeitig von Morgen nach Abend, zu drehen ſcheinen. Es ſey B D A E (fig. 44) die Erdkugel; B A die gegen den Punkt des Himmels P gerichtete Erdaxe, D E der Parallelkreis den ein Punkt der Erde D, durch ſeine tägliche Umwälzung beſchreibt; F iſt der Punkt an der Himmelskugel, der ſenkrecht über dem Punkte D der Erde ſteht, G der Punkt der ſenkrecht über dem Punkte E iſt; die Linie C D F welche die Linie durch das Zenith oder die Scheitellinie des Punktes D iſt, drehet ſich mit dieſem Punkte um den Mittagspunkt C und um die Axe C P; ſie beſchreibt durch dieſe Bewegung die Fläche eines Kegels, deſſen Spitze im Mittelpunkte der Erde iſt, und deſſen Grundfläche ſich von F nach G erſtreckt; der Kreis am Himmel F G der mit dem Aequator parallel iſt, machet die Grundfläche des Kegels, den die Linie durch das Zenith C D F beſchreibt; ſie liegt nicht in einerley Fläche mit dem Parallelkreiſe auf der Erde D E, ſondern ſie kömmt mit ihm weſentlich überein, weil alle Punkte dieſes Parallelkreiſes am Himmel F G, vom Weltpol P, um eben ſo viel Grade abſtehen, als der Punkt D vom Erdpol A entfernt iſt: Die Linie durch das Zenith C D F, wird in 24 Stunden alle Punkte des Himmels treffen, die gleichen Abſtand vom Pol P haben, oder

alle Punkte die in dem Parallelkreiſe am Himmel FHG ſind, und alle werden in ſeinem Zenith erſcheinen. So ſehen wir in Paris nach und nach die Sternbilder der Caſſiopea, der Andromeda, des Perſeus, des Fuhrmanns, des großen Bäres und des Drachens durch das Zenith gehen, weil unſre Scheitellinie, oder die Linie unſers Zeniths, ſie nach und nach trifft, und ſich auf dieſe verſchiedenen Sternbilder ſtellt, die alle, 41 Grade vom Weltpol P oder von dem Punkte, gegen welchem die Axe C A unſerer täglichen Umdrehung, gerichtet iſt, abſtehen.

413. Der jährliche Umlauf läßt ſich in der kopernikaniſchen Weltordnung, mit eben der Leichtigkeit erklären; alles was wir von der ſcheinbaren Bewegung der Sonne in der Ekliptik (309 u. folg.) geſagt haben, findet folglich bey der Bewegung der Erde ſtatt: wenn die Erde im Witter ſteht, ſo erſcheint die Sonne in der Wage, die das entgegenſtehende himmliſche Zeichen iſt; die Erde geht 30 Gr. fort, und kömmt im Stier, ſo ſcheint die Sonne eben ſo weit fortzugehen; wir ſehen ſie im Scorpion, und der ſcheinbare Ort der Sonne iſt beſtändig von 180 Grad entgegenſtehend, oder 6 Zeichen vom ſcheinbaren Orte der Erde. So ſey in der 47ſten Fig. S die Sonne; TR die Erdbahn, V ♋ ♎ ♑ der Kreis am Himmel der die Ekliptik heißt, in welchen man ſich die zwölf himmliſchen Zeichen in unendlicher Entfernung von uns vorſtellt: die Sonne S ſcheint mit ♎ überein zu kommen, wenn die Erde in T iſt, weil der Seheſtral, der von der Erde zur Sonne geführt wird, ſich gegen das Zeichen ♎ erſtreckt, und wir ſagen alsdenn, daß die Sonne in der Wage ſey; wenn aber die Erde T aus der Sonne S nach dem Seheſtrahl STV ſollte geſehen werden, ſo würde ſie in V erſchei-

ſcheinen, das iſt im Witter. Der Ort der Erde in der Ekliptik, iſt demnach allezeit dem Orte der Sonne gerade entgegengeſetzt; die Erde kann ihre Stellung nicht verändern, ohne daß die Sonne ſich nicht um eben ſo viel ſollte zu verändern ſcheinen, und allezeit muß ſie in dem Zeichen ſtehen, das dem, worinnen die Erde ſtehet, entgegengeſetzt iſt. Wenn demnach die Erde eine jährliche Kreisbahn T R beſchreibt, in welcher ſie nach und nach auf alle Punkte ♈ ♋ u. ſ. f. kommt, ſo wird ſie ſehen, daß die Sonne auf alle Punkte der Ekliptik kommt, die ihr entgegenſtehen; folglich wird der jährliche Umlauf der Erde, die ſcheinbare Bewegung der Sonne veranlaſſen, die eben ſo beſchaffen ſeyn wird, als wir ſie beobachten, und als wir ſie im erſten Buche Art. 59. u. ſ. erkläret haben.

414. Die Abwechſelung der Jahreszeiten, erhält in der kopernikaniſchen Weltordnung, durch die geneigte, und beſtändig parallel bleibende Lage der Erdaxe, eine ſehr gute Erklärung; es erfordert aber dieſes mehr Aufmerkſamkeit, und von allen iſt ſie diejenige Erſcheinung, welche die Scharfſinnigkeit des Koperniks am meiſten darthut. Die Erſcheinung der veränderlichen Jahreszeiten kommt eigentlich darauf an: die Länder des Erdbodens, welche unter dem Wendekreiſe des Krebſes, oder 23½ Gr. nordlicher Breite liegen, dergleichen ohngefähr die alte Stadt Syena, Kanton, Chandernagor ꝛc. ſehen die Sonne durch ihr Zenith, zu Mittage in der Zeit des Sommerpunktes, gehen, ſo wie alle Länder, die mit ihnen gleiche Breite, oder gleichen Abſtand vom Aequator haben. Hingegen haben die, welche unter 23½ Gr. ſüdlicher Breite, jenſeit des Aequators, und unter dem Wendekreiſe des Steinbocks wohnen, als Rio Janeiro, in Braſilien, die

Sonne den 21ſten December, im Zenith, wenn ſie im Winterpunkte ſtehet. Damit nun dieſe Wirkung mit der Bewegung der Erde übereinſtimmig ſeyn möge, ſo dürfen wir ſie nur auf ſolche Art ſtellen, daß der Sonnenſtrahl, der nach dem Mittelpunkt der Erde gerichtet iſt, im erſten Falle über einen von den Wendekreiſen der Erde, als den von Chandernagor, gehe, und im zweeten Fall, über den entgegen liegenden Wendekreis, als den von Rio Janeiro.

Es ſey S die Sonne (fig. 46) C und D zweene gerade entgegengeſetzte Punkte der Kreisbahn der Erde; C ſey der Punkt, wo ſie ſich den 21ſten Junius, und D der Punkt, wo ſie ſich den 21ſten December befindet; E F der Durchmeſſer des Erdäquators, G H der Durchmeſſer des Wendekreiſes von Chandernagor, I K der Durchmeſſer des Wendekreiſes von Rio Janeiro; wenn die Erdaxe P A dergeſtalt geneigt iſt, daß der Aequator E F mit dem Halbmeſſer der Erdbahn S C einen Winkel von 23½ Gr. macht, das iſt mit der Ekliptik, (denn der Halbmeſſer der Erdbahn iſt allezeit in der Ekliptik); wenn nun der Winkel H C F oder der Bogen H F von 23½ Gr. iſt, ſo wird der Sonnenſtrahl ſich an dem Punkte H der Erde enden, der vom Aequator F, eben ſo weit entfernt iſt, nähmlich 23½ Gr., oder Chandernagor, und alle Punkte deſſelben Parallelkreiſes, werden an dieſem Tage, die Sonne in ihrem Zenith haben. Wenn im Gegentheil, die Axe P A ſenkrecht, oder rechtwinklicht auf den Halbmeſſer der Erdbahn S C ſtünde, ſo würde ſich der Durchmeſſer E C F des Aequators in die Richtung C S ſtellen, und mit ihr zuſammenfallen; da würde alsdann die Sonne ſenkrecht über den Oertern ſtehen, die auf dem Erdäquator liegen, und nun würden die Länder die unter dem Aequator (44) liegen,

die

die Sonne in ihren Zenith haben; aber die Neigung der Axe PA, die mit dem Durchmeſſer CSD der Eklip⸗tik, oder mit dem Halbmeſſer der Erdbahn SHC, ei⸗nen Winkel PCH von $66\frac{1}{2}$ Gr. macht, iſt Urſache daß der Sonnenſtrahl ſenkrecht bis auf den Punkt H der Erde geht, der von dem Punkte F des Aequators unterſchieden iſt, weil alle Länder, die auf dem Kreiſe liegen, von welchen GH der Durchmeſſer iſt, das iſt, unter dem Wendekreiſe des Krebſes; ſich an dieſem Tage um die Axe PA drehen, und nach einander durch den Punkt H gehen werden, ſo werden ſie alle die Son⸗ne ſenkrecht in ihrem Zenith haben, indem ſie in H un⸗ter dem Sonnenſtrahle SH weggehen; dieſes muß nach den Regeln der täglichen Bewegung ſo erfolgen, wie es auch beobachtet wird (4, 73, 412).

Die Erde wird ſich nach ſechs Monaten, auf der andern Seite der Sonne, in dem Punkte D, der ge⸗rade dem Punkte C entgegenſtehet, befinden, und wird die⸗ſes im Winterpunkte den 21ſten December erfolgen: wir wollen nunmehro annehmen, daß die Axe TB eben ſo wie im erſten Falle geſtellt iſt, oder, daß TB der Axe PA in ihrer vorigen Lage parallel ſey, ſo daß ſie auf eben die Art, und gegen eben den Ort des Himmels geneigt ſey, als ſechs Monate vorhero, ſo wird der Wendekreis GH, die Lage LM haben, und der Son⸗nenſtrahl, oder Halbmeſſer SRD wird, anſtatt ſich in dem Punkte L des Wendekreiſes des Krebſes zu enden, wie im erſten Falle, auf den Punkt R im Wendekreiſe RU auftreffen, der daſelbſt iſt, wo Rio Janeiro liegt, oder wo die Länder liegen die $23\frac{1}{2}$ Gr. ſüdliche Breite haben; an dieſem Tage, werden alle Länder, die unter dieſem Wendekreiſe liegen, deſſen Durchmeſſer RV iſt, nach und nach durch den Punkt R gehen, und indem

ſie

ſie ſich um die Axe T B drehen, werden ſie alle, die Sonne in ihrem Zenith haben, ſolchergeſtalt wird die Sonne wirklich den Parallelkreis von $23\frac{1}{2}$ Gr. beſchrieben haben, wie es nach den Regeln der täglichen Bewegung erfolgen ſoll (27, 73, 412.)

415. Zu der Zeit, da die Sonne im Wendekreiſe des Krebſes, und rechtwinklicht über dem Punkte H ſtund, haben alle Länder, die auf der Seite des Nordpols P, oder in der nordlichen Halbkugel der Erde lagen, ihren Sommer gehabt; da nun aber der Sonnenſtrahl ſenkrecht über R zu ſtehen gekommen, das im ſüdlichen Wendekreiſe, oder im Wendekreiſe des Steinbocks geſchiehet, ſo haben die Länder, die auf L M liegen, und alle die nach Norden zu, auf der Seite des Nordpols T liegen, ihren Winter, weil die Sonnenſtrahlen ſchief auffallen, und die Sonne von ihrem Zenith oder dem Punkte L, 47° ſo viel der Bogen RL beträgt, entfernt iſt; die mittägigen Länder, die auf dem Parallelkreiſe R U, und nach dem Südpol B liegen, haben ihren Sommer; ſo wie die mitternächtigen Länder ihn im Monat Junius hatten, da die Erde in C war.

416. Wenn demnach einmal die parallel bleibende Lage der Erdaxe oder der Linien PA, TB angenommen iſt, ſo kann man daraus die Abwechſelungen des Winters und Sommers ſehr genau und ſehr leicht erklären: in Anſehung des Frühlinges und Herbſtes, wird man wohl merken können, daß ſie bey der Abwechſelung des Winters mit dem Sommer, und des Sommers mit dem Winter ſtatt finden; der Sonnenſtrahl der die Erde 23° nach Norden vom Aequator traf, kann ſie nicht alſobald wieder 23° gegen Mittag des Aequators treffen, bevor er nicht nach und nach alle Punkte, die zwi-

ſchen

ſchen beyden liegen durchgegangen; man kann dieſes leichtlich ſehen, wenn man um einen Tiſch, eine Kugel, oder einen glatten Ring führet, deſſen Axe zum Beyſpiel, gegen Mittag, geneigt iſt; ſo wird ein ſtarkes Licht das in der Mitte des Tiſches ſtehet, eine von den Seiten ſenkrecht erleuchten, alsbald, die Mitte, hernach die andre Seite, ſo wie der Körper ſich an der einen oder der andern äußerſten Seite des Tiſches, oder mitten befinden wird; da alſo die Axe als ſich ſelbſt beſtändig parallel angenommen wird, ſo wird, wenn die Erde in den Zeichen des Witters und der Wage iſt, im Monat Merz und September, der Sonnenſtrahl ſenkrecht auf einen Punkt des Aequators gerichtet ſeyn, weil in den Monaten Junius und December, dieſes nach Norden und nach Süden vom Aequator geſchahe.

417. **Kopernik**, der zuerſt die Erklärung der Abwechſelung der Jahreszeiten, durch die Bewegung der Erde erfand (de Reuolutionibus libr. I. cap. 11.) nennt dieſe parallele Richtung der Erdaxe, eine dritte Bewegung, oder eine abweichende Bewegung dem Kreislaufe zuwider: es geſchiehet, ſagt er, daß durch dieſe zwo Bewegungen, die gleich ſind und ſich wechſelsweiſe entgegen ſind, die Erdaxe und ihr Aequator, immer auf eben dieſelbe Art gerichtet, und gegen eben denſelben Ort des Himmels geneigt bleiben. Dieſes aber hätte **Kopernik**, mit dem Namen einer dritten Bewegung zu belegen, ſich nicht erlauben ſollen; die Mechanik zeigt uns vielmehr, daß die parallel bleibende Lage der Erdaxe, von der Abweſenheit einer dritten Bewegung herrührt, denn wenn die Axe ſich nicht parallel bleiben ſollte, würde eine beſondre Bewegung hierzu nöthig ſeyn, wie ſchon im 405ten Artikel erkläret worden.

418. Viele Künſtler haben den jährlichen Kreislauf der Erde um die Sonne, und die tägliche Umwälzung der Erde um ihre, ſich ſelbſt beſtändig parallel bleibende Axe, durch Planetenmaſchinen vorſtellig gemacht; eine Maſchine von dieſer Art, iſt von Nicolaus Müller in der Ausgabe, die er 1617 von des Kopernik Buche veranſtaltet hat, (Seite 29.) beſchrieben worden; eben das iſt geſchehen von Ferguſon (Aſtronomy explained 1764, pl. VI). Es iſt aber auch nicht ſchwer, verſchiedene Arten derſelben zu erfinden, *); und um die parallele Richtung der Erdaxe vorzuſtellen, iſts genug, wenn man die Axe derſelben feſte in eine Rolle ſetzt, und im Mittelpunkt der Sonne eine andere Rolle anbringt, die der vorigen gleich iſt, um beyde Rollen herum, führet man einen Faden wie ein Seil ohne Ende, der beyde zuſammenhält; ſo kann man die Erde ganz um die Sonne herum gehen laſſen, ohne daß die Axe derſelben, aus ihrer Neigung, und Richtung gegen einen Ort des Himmels, kommen, und ſich nicht parallel bleiben ſollte; bey dieſer Einrichtung, wird freylich eine beſondere Bewegung, zu Erhaltung der parallelen Lage angebracht, bey der Erde ſelbſt aber, geſchiehet dieſes durch eine natürliche Wirkung, zu welcher keine beſondern Umſtände erfodert werden.

419. Ehe wir zur Erklärung der übrigen Veränderungen, welche die Bewegung der Erde am Himmel verurſacht, fortſchreiten, iſt es weſentlich nothwendig folgenden Lehrſatz vollſtändig einzuſehen: Wenn das Auge eines Beobachters, der durch den jährlichen Kreis-

lauf

*) Man findet dergleichen in Paris im Louvre bey Paſſemant, bey Vaugondi, Quai de l'Horloge; und bey Fortin rue de la Harpe.

lauf der Erde, in einen andern Ort verſetzt worden iſt, ein beſtimmtes Geſtirn, nach und nach durch Strahlen ſiehet, die immer parallel unter ſich bleiben, ſo muß es ihm ſcheinen, daß das Geſtirn ohn alle Bewegung an ſeinem Orte ruhig verblieben iſt.

Geſetzt, der Beobachter ſey in O (fig. 45) geſtellt, und ſähe ein Geſtirn durch den Strahl OS, wenn er nun in P kömmt, ſieht er daſſelbe durch einen andern Lichtſtrahl, PM der mit dem vorigen parallel iſt, ich ſage demnach, daß er während der Zeit, die ihm nöthig geweſen von O nach P zu kommen, das Geſtirn ohne alle Bewegung wahrgenommen haben muß, oder daß er es in eben der Stellung, und an eben dem Orte des Himmels geſehen, und daß er daſſelbe für unbeweglich oder feſtſtehend gehalten. Denn weil wir von der Stellung eines Geſtirnes nicht anders urtheilen können, als wenn wir es mit einem Punkte am Himmel, mit einem Gegenſtande, mit einem Geſtirne, mit einer Fläche oder mit einer Linie vergleichen, ſo ſey OPR die Linie, oder die erſte Richtung die wir zum Grunde der Vergleichung annehmen wollen; der Winkel SOR iſt dem Winkel MPR vollkommen gleich, weil OS parallel mit PM, wie vorausgeſetzt worden: folglich wird die ſcheinbare Weite von S zu M, in Anſehung der zum Grunde der Vergleichung angenommenen Linie OPR, in beyden Ständen 90 Gr. ſeyn. Da nun dieſer Abſtand einerley bleibt, ſo haben wir keine Anzeigung, und keinen Schein von Bewegung bey dem Gegenſtande S zu bemerken, wir können dahero nicht anders urtheilen, als daß er ohne alle Bewegung ſey.

Wenn man nur etwas darüber nachdenken will, wird man befinden, daß es offenbar iſt was wir hierbey angenommen, nämlich, daß man die Bewegung eines

Gegenſtandes, nicht anders wahrnehmen kann, als durch die Vergleichung deſſelben mit einem andern: wenn ich im ganzen Weltraume mich mit einem Geſtirne S allein befände, und wir würden beyde zugleich durch eine gemeinſchaftliche Bewegung durch den hier angenommenen Raum fortgebracht, ſo würde mir dieſe Bewegung zu bemerken oder wahrzunehmen unmöglich ſeyn; denn welches Merkmahl ſollte mir hierzu behülflich ſeyn können?

420. Nun wird aber die Frage entſtehen, was hierbey zum Gegenſtande der Vergleichung dienen ſoll; man wird wiſſen wollen, ob ein ſolches unveränderliches Merkmahl, als die Linie OR, zu finden ſey, auf welches ein Sternkündiger die Geſtirne vergleichen kann, wenn er von ihrer ſcheinbaren Bewegung ſicher urtheilen will: hierauf antworte ich, daß dergleichen ſicherer Merkmahle verſchiedene vorhanden ſind; die Fläche des Aequators oder der Ekliptik fällt hier alſobald in die Augen, wenn die Unterſuchung auf die Firſterne gerichtet iſt: weil dieſe Flächen in beſtändiger Lage bleiben, oder weil man wenigſtens ihre Veränderung ganz genau kennt, ſo beſtimmt man durch dieſelben, die ſcheinbaren Veränderungen der Firſterne, um die Größe und das Maaß dieſer Veränderungen ausfündig machen zu können.

421. Der Aequinoctialpunkt, oder die Linie welche durch den erſten Punkt des Widders geführet wird, iſt noch ein ſolcher feſter Vergleichungspunkt, der durch die Linie OR vorgeſtellet iſt, der auch bey der Planetenbewegung gebraucht wird: ſo oft der Strahl SO, der den Ort der Ekliptik angiebt, wo der Stern befindlich iſt, mit der Linie OR die auf den Aequinoctialpunkt geht, einen rechten Winkel macht, ſo werden wir nothwendig urtheilen, daß das Geſtirn 90 Gr. Länge hat: dieſe

dieſe Länge wird ohne Veränderung bleiben, ſo lange der Winkel M P R, dem Winkel S O R gleich ſeyn wird; wir werden das Geſtirn für ſtillſtehend erkennen, ſo lange der Winkel P dem Winkel O gleich zu ſeyn, ſcheinen wird, oder ſo lange der Planete, mit der Ekliptik verglichen, 90 Gr. Länge behalten wird.

Von den Bewegungen der Planeten, wie ſie von der Erde geſehen werden.

422. Nachdem wir gezeigt haben, daß die Hauptplaneten, eben ſo wohl als die Erde, ihren Umlauf um die Sonne machen, ſo iſt nöthig, die Erſcheinungen derſelben zu erklären, oder was aus dieſer Bewegung ſcheinbares entſteht, darzuthun; weil nun ein Theil dieſer Ungleichheiten, von denen gegen die Ekliptik geneigten Bahnen der Planeten herſtammt, ſo müſſen wir zuerſt die Folgen von dieſen Neigungen zu entwickeln bedacht ſeyn.

Wenn man die Planeten in ihren periodiſchen Umläufen unter den Fixſternen beobachtet, ſo bemerkt man, daß ſie nicht ganz genau, auf eben die Punkte des Himmels wieder zu ſtehen kommen, wenn ſie eben dieſelbe Länge haben, und bey ebendenſelben Sternen erſcheinen; ein Planet der nach Norden zu, oder über einen gewiſſen Stern gegangen, kann bey dem folgenden Umlaufe, unter dieſem Sterne weggehen, und mehr oder weniger von der Ekliptik entfernt bleiben, das iſt, mehr oder weniger Breite haben. Die Planeten ſind ohnedem bald nach Norden von der Ekliptik entfernt, bald nach Süden, und dieſer Abſtand erſtreckt ſich ohngefähr bis auf 9 Gr. welches beweiſet, daß die Planetenbahnen nicht in der Fläche der Ekliptik liegen, ſondern gegen dieſelbe geneigt ſind. Denn, wenn die Plane-

ten alleſammt in einer Fläche mit der Erde giengen, ſo würden wir wahrnehmen, daß ſie am Himmel allezeit einerley Weg machten, und einerley Sternen wieder begegneten, ohne einige Breite oder Abſtand von der Ekliptik zu haben; wir beobachten aber gegentheils beſtändig, daß die Planeten über oder unter der Ekliptik ſind, und dieſelbe bey jedem Umlaufe nur zweymal durchſchneiden; ſolchergeſtalt iſt aus den Beobachtungen erwieſen, daß die Planetenbahnen gegen die Ekliptik geneigt ſind. Hierdurch wird auch gleichfalls erwieſen, daß die Planetenbahnen Flächen ſind, die durch den Mittelpunkt der Sonne gehen, weil ſie ſich immer gleich weit gegen Norden und Süden entfernt wahrnehmen laſſen.

423. Weil alle Planetenbahnen, in verſchiedenen Flächen liegen, die verſchiedentlich geneigt ſind, ſo iſt nöthig geweſen die verſchiedenen Bewegungen derſelben, auf eine einzige Fläche zu vergleichen, um ſie alle auf gleichförmige Art berechnen zu können: zu dieſer Abſicht, iſt die Fläche der Ekliptik erwählet worden, wie wir bereits gezeigt haben (98), und zwar aus zwo Urſachen; die erſte iſt, weil die Sonne unter allen Geſtirnen das merkwürdigſte iſt, das zu aller Zeit am leichteſten zu beobachten iſt, ſo iſts natürlich ſie zum Gegenſtande der Vergleichung zu erwählen, und mit ihrer Bahn, die Planetenbahnen zu vergleichen; die zwote Urſache dieſes Vorzuges iſt, weil die Planetenbahnen ſich wenig von der Ekliptik entfernen, und mit ihr ſehr kleine Winkel machen, ſo daß die Vergleichungen weniger Umſtände erfodern, und bequemer ſind, als wenn man die Bahnen auf eine andere Fläche, dergleichen die Aequatorfläche ſeyn würde, bringen wollte, ſo wie dieſe ehemals gebraucht wurde,

allen

allen Bewegungen der Himmelskörper zum Vergleich zu dienen.

424. Eine ebene Fläche, iſt eine Ausdehnung, in welcher man nach allen Lagen, gerade Linien ziehen kann: dieſes iſt die richtigſte Erklärung die davon gegeben werden kann; denn eine Fläche iſt keine Ebene mehr, wenn eine gerade Linie nicht in ihr liegt, und ſich nicht mit ihr in allen ihren Punkten, und in allen Lagen vereiniget: aus dieſer Erklärung laſſen ſich leicht alle Eigenſchaften der Ebenen herleiten, wie ſie Euklid (Libr. XI. Elem.) vorgetragen hat, hier iſt mir aber genug, diejenigen anzuführen, welche in dieſem Artikel am meiſten gebraucht werden. Eine Ebene, die gegen eine andre geneigt iſt, ſchneidet dieſelbe in einer geraden Linie, die der gemeinſchaftliche Durchſchnitt heißt; ſo gehen die Ebene D A B C Pl. VII. fig. 48 und die Ebene F A B E, beyde, durch die ihnen gemeinſchaftliche Linie AB, und dieſe Linie nennt man den gemeinſchaftlichen Durchſchnitt dieſer beyden Ebenen.

425. Wenn zwo Ebenen einander ſchneiden, und man zieht in jeder dieſer Ebenen, eine gerade ſenkrechte Linie auf einen Punkt des gemeinſchaftlichen Durchſchnittes, ſo machen dieſe beyden Linien mit einander einen Winkel, der der Neigung beyder Ebenen gleich iſt; denn wir haben kein natürlicher Mittel, den Neigungswinkel zwoer Ebenen zu meſſen, als durch die Neigung zwoer Linien, durch welche dieſe Ebenen entſtanden ſind; hierzu müſſen aber ſenkrechte Linien auf den Durchſchnitt erwählet werden, ohne welche nichts beſtimmtes zu erhalten iſt, weil ſchiefe Linien, Winkel geben, die nach Willkühr immer kleiner werden können. Es ſey eine Ebene A B C D, gegen eine andre

Ebene ABEF ſo geneigt, daß AB ihr gemeinſchaftlicher Durchſchnitt ſey, und daß die Linien EB, CB ſenkrecht auf den Durchſchnitt AB ſtehen, ſo werden ſie unter ſich einen Winkel CBE machen, den man zum Maaße des Neigungswinkels dieſer beyden Ebenen annimmt; nähme man zwo andere Linien BG und BH, die mit dem Durchſchnitte AB, ſpitzige Winkel machen, ſo würde der Winkel GBH, den dieſe zwo Linien machen, allezeit kleiner als der Winkel CBE ſeyn; und er würde deſto kleiner ſeyn, je näher die Punkte G und H, dem Durchſchnitte BA kommen, und demnach zum Maaße der Neigung beyder Ebenen nichts beſtimmtes da ſeyn. Ueberdieß muß das Maaß der Winkel gleichförmig ſeyn, und durch eine gleiche Bewegung der Ebenen gleich zu oder abnehmen: es ſind aber die auf den Durchſchnitt ſenkrecht geſtellten Linien, die einzigen, welche gleiche Räume, und ſolche, die mit der gleichen Bewegung eines jeden in der Ebene angenommenen Punktes übereinkommen, durchlaufen, dahero ſetzen wir als eine nothwendige und völlig deutliche Sache: daß der Winkel zwoer Ebenen, dem Winkel gleich iſt, welchen zwo Linien dieſer Ebenen machen, die rechtwinklicht auf ihrem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte ſtehen.

426. Die Bahn eines Planeten aus der Sonne geſehen, wird auf die Ekliptik verglichen, indem man ſie als einen größten Kreis der Himmelskugel anſieht: und geſchiehet eben ſo, wie wir die Ekliptik auf den Aequator verglichen haben (94). Es ſey ALN die Ekliptik, (fig. 49) APMN die Bahn eines Planeten, P der Ort deſſelben, PL ein Bogen des Breitenkreiſes, der durch den Mittelpunkt des Planeten geht, und rechtwinklicht auf der Ekliptik ALN ſteht; der Punkt L

iſt

iſt der auf die Ekliptik gebrachte Ort des Planeten, auf welcher die Länge deſſelben beſtimmt wird. Die Punkte A und N, wo die Planetenbahn die Ekliptik durchſchneidet, ſind die **Knoten** des Planeten. Der Knoten A, wo der Planet ſich befindet, wenn er von Mittag nach Mitternacht der Ekliptik geht, heißt der **aufſteigende Knoten** (Nodus adſcendens) weil alsdenn der Planet gegen den Pol aufſteigt, der bey uns der erhöhete iſt; der Knoten N, wo der Planet durchgehet, um wieder auf die Mittagsſeite der Ekliptik zu kommen, heißt der **abſteigende Knoten** (Nodus deſcendens); in den aſtronomiſchen Büchern wird dieſer durch das Zeichen ☋ angedeutet, und der aufſteigende wird durch das Zeichen ☊ vorgeſtellt. Die Art, wie der Ort des Knoten durch die Beobachtung zu finden iſt, wird in folgenden erkläret werden (516).

427. Der Bogen PL des Breitenkreiſes, der zwiſchen dem Orte P des Planeten, und der Ekliptik enthalten iſt, heißt die **Breite des Planeten**; wenn die Bogen AP, AL, und PL ihren Mittelpunkt im Mittelpunkte der Sonne haben, ſo iſt die Breite PL diejenige, welche man beobachten würde, wenn man im Mittelpunkte der Sonne ſtünde, und heißt, die **heliocentriſche Breite** *); vergleicht man aber den Planeten auf Kreiſe, deren Mittelpunkte im Mittelpunkte der Erde angenommen werden, ſo heißt nunmehro der Bogen PL, die **geocentriſche Breite**. Die heliocentriſche Breite PL wird auch von einigen Schriftſtellern als de la Hire, und Halley die Neigung genennt, ich werde aber allezeit unter dem Worte **Neigung** den Winkel A verſtehen, den die Planetenbahn AP mit der Ekliptik

*) ἥλιος, Sol, γῆ, terra; κέντρον, centrum.

ptik AL macht, und unter dem Namen heliocentriſche Breite, den Abſtand des Planeten von der Ekliptik, aus der Sonne geſehen.

428. Der Bogen AP, einer Planetenbahn, vom aufſteigenden Knoten gegen Morgen genommen, heißt das Argument der Breite, weil von dieſer Größe AP, die Breite PL abhangt. Um daſſelbe zu finden, ziehet man den Ort des Knoten, von dem Orte des Planeten, ab, der Unterſchied iſt das Argument der Breite.

Ich ſage daß der Ort des Knoten abgezogen werden muß, von dem Orte des Planeten, und nicht dieſer von dem erſten: und hierbey muß ich eine Anmerkung machen, die in vielen andern Umſtänden zu wiſſen nöthig ſeyn wird: Das Argument der Breite iſt die Größe, um welche der Planet weiter in der Länge fortgegangen iſt, als ſein aufſteigender Knoten; es iſt der Weg den der Planet von ſeinem Durchgange durch den Knoten gemacht hat, oder der Ueberſchuß ſeiner wirklichen Länge, über die Länge die er im Durchgange durch ſeinen Knoten hatte; wenn man demnach von ſeiner wirklichen Länge, die Länge des Knoten abzieht, ſo erhält man dieſen geſuchten Ueberſchuß. Es ereignet ſich oft, daß die Länge des Knoten, die abgezogen werden ſoll, größer iſt als die Länge des Planeten von welcher jene abgezogen werden ſoll; alsdenn ſetzt man zu dieſer, zwölf Zeichen hinzu, um den Abzug machen zu können, und überſchreitet hierdurch den von dem Planeten vorhero beſchriebenen Kreis.

429. In den ſechs erſten Zeichen des Arguments der Breite, iſt die Breite der Planeten nordlich; denn, wenn der Planet den halben Kreis APMN, der nach Norden von der Ekliptik liegt, durchläuft, und von

dem aufſteigenden Knoten A (426) ausgehet, ſo iſt ſeine Breite offenbar nordlich, und ſein Argument der Breite weniger als 180°. Nachdem er aber ſechs Zeichen oder 180° durchlaufen hat, ſo geht er durch ſeinen abſteigenden Knoten N, kömmt nach Mittag von der Ekliptik, ſeine Breite wird ſüdlich, und ſein Argument der Breite überſteigt ſechs Zeichen.

430. Wenn man das Argument der Breite, und den Neigungswinkel hat, der durch die Bahn des Planeten gegen die Ekliptik gemacht wird, ſo iſt zur Berechnung der Breite des Planeten genug, das Dreyeck APL aufzulöſen, von welchen man die Hypothenuſe AP, und den Winkel A kennt, und die dem bekannten Winkel entgegenſtehende Seite PL ſucht, ſo giebt das die Breite des Planeten.

431. Die Reduction des Ortes eines Planeten in die Ekliptik, iſt der Unterſchied zwiſchen dem Argument der Breite, und dem Abſtande des Planeten vom Knoten, in der Ekliptik gezählet, oder der Unterſchied zwiſchen AP und AL. Um die Reduction in die Ekliptik zu berechnen, darf man nur das Dreyeck APL nach den Vorſchriften der ſphäriſchen Trigonometrie auflöſen, und den Bogen AL der Ekliptik ſuchen. Dieſer Bogen wird ſo viel kleiner ſeyn, als das Argument der Breite AP, als die Größe der Reduction zur Ekliptik beträgt.

432. Dieſe Reduction wird vom Argument der Breite AP abgezogen, um AL auf der Ekliptik zu haben, wenn der Abſtand AP kleiner als 90° iſt; im zweyten Viertheil des Arguments aber, wird die Hypothenuſe Ap kleiner, als der Bogen Al der Ekliptik, alsdenn muß die Reduction addiret werden; denn, weil APMN und ALON beyde, halbe Kreiſe ſind,

und

und in dem kleinen Dreyeck Npl, die Hypothenuſe Np, die Seite Nl übertrifft, ſo muß die Ergänzung zum Halbkreiſe, Ap der Hypothenuſe, kleiner ſeyn als die Ergänzung Al der Seite Nl; dahero muß der Unterſchied, der die Reduction iſt, addiret werden zu dem Argument der Breite Ap in dem zweyten Viertheil dieſes Arguments, von 3 bis 6 Zeichen; im dritten Viertheil des Arguments der Breite, das iſt, jenſeits des Punktes N, wird die Reduction wie in dem erſten Viertheil abgezogen, und im vierten Viertheil, wenn nämlich das Argument 9 Zeichen überſteigt, wird die Reduction wieder addiret, wie es von 3 bis 6 Zeichen geſchahe. Die Reduction in die Ekliptik iſt null, in den Gränzen, das iſt, 90° vom Knoten, als in M; denn der Bogen AM und der Bogen AO ſind richtig 90°; das giebt zwar die Figur 49 nicht zu erkennen, weil der Halbkreis AON durch eine gerade Linie vorgeſtellt wird, da der Halbkreis AMN in einer krummen Linie gezeichnet iſt, die Einbildung aber, oder die Himmelskugel erſetzen dieſes leichtlich.

433. Die Längen, welche ſich in den aſtronomiſchen Tafeln finden, ſind auf die Bahn jedes Planeten nach folgender Art berechnet: wir nehmen an, daß der Punkt C der Ekliptik, der Aequinoctialpunkt ſey, von welchem die Längen gerechnet werden, und daß man einen Bogen AB der Planetenbahn genommen, der dem Bogen AC der Ekliptik gleich iſt, ſo iſt B derjenige Punkt, von welchem die Epochen gerechnet ſind; wenn alſo der Planet in P iſt, ſo iſt der Bogen BAP deſſelben Länge, oder die Summe der Bogen CA und AP, und die in die Ekliptik reducirte Länge, iſt der Bogen CAL.

434. Wenn

434. Wenn die Reduction in die Ekliptik, zu der Länge des Planeten in ſeiner Bahn, der Beſchaffenheit gemäß, addiret oder abgezogen worden, ſo erhält man die in die Ekliptik reducirte Länge, und ſie iſt diejenige, welche die Aſtronomen gemeiniglich in ihren Rechnungen gebrauchen.

435. Wenn die Bahn eines Planeten, als ein Umkreis betrachtet wird, der in der Höhle des Firmaments beſchrieben iſt, ſo wie wir bisher gethan haben, ſo wird dadurch nicht geſagt, oder angenommen, daß der Planet wirklich den Umfang eines Kreiſes durchlaufe; wir werden im Gegentheil darthun, daß es eine, oft ſehr lange Ellipſe iſt (468); alle Punkte aber in einer Planetenbahn, die aus einem jeden Punkte inwendig in dieſer Bahn, und in der Fläche derſelben geſehen werden, verſetzen ſich in die Himmelskugel, und in die Gegend der Fixſterne, an Punkte, die alle in der Fläche eines größten Kreiſes liegen (422), und alſo darinnen die Bahn als einen Umkreis bilden, die Punkte mögen von dem Punkte, welchen das Auge des Beobachters einnimmt, noch ſo weit entfernt ſeyn; die wahre Weite des Abſtandes läßt ſich durch das Auge nicht ſchätzen, die Winkel aber, unter welchen die Bewegungen der Planeten erſcheinen, laſſen uns dieſelben allezeit genau betrachten, und laſſen uns dieſelben ſo erſcheinen, als ob ſie in Kreiſen geſchähen.

436. Nachdem wir die Bahn eines Planeten als einen größten Kreis betrachtet haben, den man aus ſeinem eignen Mittelpunkte ſieht, ſo wollen wir nun dieſelbe aus einem andern Augenpunkte betrachten, nämlich in Anſehung der Erde, um die Veränderungen in Obacht nehmen zu können, welchen die vorher-

gehen-

gehenden Lehren, wegen der Bewegung der Erde ausgeſetzt ſind.

Es ſey S die Sonne (Fig. 50.), TRN die Ekliptik oder jährliche Bahn der Erde, deren Fläche durch die Sonne geht; AMDP eine Planetenbahn, deren Fläche auch durch die Sonne geht, aber gegen die Fläche der Ekliptik geneigt iſt, und ſie im gemeinſchaftlichen Durchſchnitt ADN ſchneidet; hier muß man ſich aber vorſtellen, daß der Theil AOD über die Fläche unſrer Figur erhoben, und der Theil DMA unter das Papier vertieft iſt; der Planet iſt in dem Punkt A ſeiner Bahn, in der Fläche der Ekliptik ſelbſt, er iſt in der Linie ADN als in zwo Flächen, die ſich nach N in die Ekliptik, eben ſowohl als in der Planetenbahn verlängert; wenn aber der Planet den Punkt A verläßt, und ſich über die Figur, welche wir hier als eine Vorſtellung der Fläche der Ekliptik annehmen, erhebt, ſo ſteigt er immer höher, bis er an den Punkt O gelangt, wo ſeine Bahn den höchſten Abſtand von der Ekliptik hat.

437. Den Punkt dieſes weiteſten Abſtandes, nennt man die nordliche Gränze; wenn der Planet dieſe erreicht hat, ſo ſteigt er wieder in D ab, wo er abermals durch die Fläche der Ekliptik gehet; und da er nunmehro unter der Ekliptik iſt, ſo beſchreibt er den untern Theil DMA, den man ſich etliche Grade unter die Fläche vertieft, vorſtellen muß. Der Punkt A, durch welchen ein Planet gehet, um ſich auf der Nordſeite der Ekliptik nach dem Nordpol zu erheben, iſt der aufſteigende Knoten (426); der Punkt D, durch welchen er gehet, um ſeinen Lauf im mittägigen Theile DMA fortzuſetzen, iſt der abſteigende Knoten; der Abſtand des Planeten P von ſeinen aufſteigenden Knoten,

ten, das iſt der Bogen AP ſeiner Laufbahn, oder vielmehr der Winkel an der Sonne ASP, heißt das Argument der Breite.

438. Wenn man ſich den Theil der Planetenbahn AOD über die Fläche der Figur erhoben vorſtellt, ſo läßt ſich eine ſenkrechte Linie PL, vom Punkte P, wo ſich der Planet befindet, auf die Fläche der Figur fällen, die hier die Fläche der Ekliptik iſt; ſo wird PL die ſenkrechte Höhe des Planeten, über der Fläche der Ekliptik ſeyn, der Winkel PSL, unter welchen dieſer ſenkrechte Abſtand des Planeten von der Ekliptik, aus der Sonne geſehen wird, iſt die heliocentriſche Breite (427); der Winkel PTL, unter welchen eben dieſe Linie von der Erde T geſehen wird, iſt die geocentriſche Breite; die Linie SP iſt die wahre Weite des Planeten von der Sonne, oder ſein Radius vector; die Linie SL iſt ſeine curtirte Weite (diſtantia curtata), oder die in die Ekliptik gebrachte Entfernung; desgleichen iſt PT die wahre Weite des Planeten von der Erde, LT die curtirte Weite des Planeten von der Erde. Weil die Linie PL ſenkrecht auf der Fläche der Ekliptik ſteht, ſo iſt ſie nothwendig auf alle Linien in dieſer Fläche ſenkrecht, und folglich auch auf TL; demnach iſt der Winkel PLT ein rechter Winkel; man darf ſich nur, die lothrecht auf die Figur fallende Linie PL richtig vorſtellen, ſo wird man ſehen, daß die Dreyecke PLS, PLT, beyde rechtwinklicht am Punkte L ſind, der derjenige iſt, auf welchen die, auf die Ekliptik gefällte ſenkrechte Linie PL, trifft.

439. So, wie der Bogen AP, oder der Winkel ASP Argument der Breite, der Abſtand des Planeten von ſeinem Knoten iſt, auf der Bahn deſſelben gezählet,

gezählet, eben ſo iſt der Winkel ASL, der Abſtand des Planeten vom Knoten, auf die Ekliptik reducirt; wenn dieſe Weite in Anſehung des nächſten Knotens genommen wird, ſo iſt ſie kleiner als die auf der Bahn gemeſſene Weite (431), oder kleiner als der Winkel ASP, weil die Linie PL die ſenkrecht auf die Fläche der Ekliptik fällt, ihren Endpunkt L näher an der Knotenlinie ASN hat, als ihren Anfangspunkt P, wodurch der Winkel ASL kleiner wird, als der Winkel ASP; der Unterſchied dieſer beyden Weiten vom Knoten, davon eine in der Ekliptik, die andre in der Bahn des Planeten iſt, heißt die **Reduction in die Ekliptik** (431).

440. Wir haben in vorigen bewieſen, daß die Planeten um die Sonne laufen (411); in folgendem Buche werden wir die Art zeigen, die Abmeſſungen ihrer Bahnen aus Beobachtungen zu finden, die auf die Sonne verglichen ſind; weil wir aber auf der Erde beobachten, ſo iſt nöthig, gleich anfänglich zu unterſuchen, was aus dieſer Verſetzung folgt, und was wir zu thun haben, wenn wir Beobachtungen, die auf der Erde gemacht ſind, auf die Sonne vergleichen wollen.

Weil wir von der Sonne ſehr weit entfernt ſind, ſo können wir die Planeten weder an dem Orte ſehen, noch auf denſelben vergleichen, auf welchen wir ſie vergleichen würden, wenn wir in der Sonne ſtünden; und die Länge eines Planeten, die uns die Beobachtung giebt, iſt faſt niemals diejenige, welche wir beobachten würden, wenn wir die Sonne zum Standpunkt hätten: die von der Erde geſehene Länge, heißt geocentriſche Länge, und diejenige, welche aus dem Mittelpunkte der Sonne beobachtet werden würde,

heißt

heißt heliocentriſche Länge. Beyde Benennungen ſind im vorigen ſchon erklärt (427).

441. Die jährliche Parallaxe, oder die Parallaxe der Erdbahn (Proſthaphaereſis orbis) iſt der Unterſchied dieſer beyden Längen; dieſe iſt die erſte Erſcheinung, die unſre Entfernung von der Sonne, und vom Mittelpunkte der Planetenbahnen giebt. Es ſey S die Sonne (Fig. 50. u. 51.), L der Ort des Planeten in der Ekliptik, und T die Erde in ihrer Bahn TNR; der Winkel TLS, der durch die curtirte Weite SL des Planeten von der Sonne, und durch die Linie TL, die von der Erde, auf den in die Ekliptik gebrachten Ort L des Planeten geführt wird, entſtehet, heißt die jährliche Parallaxe; dieſer Winkel TLS iſt, der Unterſchied zwiſchen der heliocentriſchen und geocentriſchen Länge; denn wenn man die Linie SF, parallel mit der Linie TL zieht, ſo wird ſie am Himmel eben die Länge bemerken, als die Linie TL (419), oder die geocentriſche Länge des Planeten L: der Winkel LSF aber, der dem Wechſelwinkel SLT gleich iſt, iſt der Unterſchied zwiſchen der Länge, die durch SF bemerkt iſt, und der heliocentriſchen Länge, die SL anzeigt; folglich iſt der Winkel SLT, oder die jährliche Parallaxe, der Unterſchied zwiſchen der geocentriſchen, und heliocentriſchen Länge; er iſt auch der Winkel, der in der Fläche der Ekliptik, durch die curtirten Weiten eines Planeten, von der Sonne und von der Erde gemacht wird, das iſt SL und TL.

442. Wenn man die Bahn eines Planeten, durch die auf die Sonne verglichenen Beobachtungen, und durch andre Wege, die im folgenden Buche erklärt werden ſollen, kennt, ſo iſt man im Stande, für jede gegebene Zeit, die heliocentriſche Länge eines Pla-

neten, und ſeinen Radius vector oder ſeinen Abſtand vom Mittelpunkt der Sonne zu finden; und wenn man zugleich die heliocentriſche Länge der Erde kennt, die allezeit ſechs Zeichen von der Länge der Sonne iſt, ferner auch die Weite der Sonne von der Erde, ſo hat man alles, was zur Berechnung der Länge des Planeten, von der Erde geſehen, erfordert wird. Es ſey ST die Weite der Sonne von der Erde, SL die curtirte Weite des Planeten von der Sonne, der Winkel TSL, ſey dem Unterſchiede zwiſchen der Länge des Planeten P, und der Länge der Erde T, die aus der Sonne geſehen werden, gleich, und heiße der Commutationswinkel; ſo wird die Auflöſung des Dreyecks TSL, von welchem man zwo Seiten, und den darzwiſchen liegenden Winkel kennt, den Winkel an der Erde geben, oder den Winkel STL, den man den Elongationswinkel nennt; dieſe Elongation von der Länge der Sonne abgezogen, wenn der Planet gegen Abend oder zur Rechten der Sonne ſteht, giebt die geocentriſche Länge des Planeten, und den Punkt der Ekliptik am Himmel, auf welchen die Linie TL geht, die von der Erde auf den in die Ekliptik gebrachten Ort L des Planeten geführt wird.

Man kann durch eine Zeichnung und einen Zirkel ohngefähr den Ort eines Planeten finden, wie er von der Erde geſehen wird, wenn man das Dreyeck STL entwirft, nur muß man die Längen jedes Planeten, wie ſie aus der Sonne geſehen werden, für eine einzige Epoche, wiſſen, wie ſie in beygefügter Tafel für den Anfang des 1772ſten Jahres befindlich ſind, und die Zeit des Umlaufs, in welcher der

Planet

Planet auf eben denſelben Punkt ſeiner Bahn wieder kommt (85). Man giebt der Erde T, und dem Planeten P, ihren heliocentriſchen Längen gemäß, die gehörigen Stellen, indem man die Kreiſe AP, ST in Zeichen und Grade eintheilet, und den Punkt A für den Aequinoctialpunkt annimmt; hierauf zieht man die Linie TP, und mit ihr parallel die Linie SF, ſo wird der Grad, auf welchen die Linie SF trifft, die geocentriſche Länge des Planeten P ſeyn.

	Z.	Gr.	Min.	Sec.
☉	9	10	40	24
☾	7	13	48	48
☿	0	19	32	5
♀	10	21	20	37
♂	9	3	25	29
♃	10	12	7	1
♄	4	19	46	30

443. Die geocentriſche Breite, oder der Winkel LTP, läßt ſich durch folgende Verhältniß finden: Der Sinus des Commutationswinkels, verhält ſich zum Sinus des Elongationswinkels, wie die Tangente der heliocentriſchen Breite, zur Tangente der geocentriſchen Breite.

Beweis: In dem Dreyeck PLS, das in L rechtwinklich iſt (438), findet ſich folgende Verhältniß SL : LP :: R : Tang. PSL; in dem Dreyeck PLT, das auch in L rechtwinklicht iſt, findet ſich eine ähnliche Verhältniß TL : LP :: R : Tang. LTP; Die erſte Proportion, giebt dieſe Gleichung LP. R = SL. Tang. PSL, und die zwote, LP. R = TL. Tang. LTP; dahero iſt SL Tang. PSL = TL Tang. LTP, woraus eine andre Proportion folgt, TL : SL :: Tang. PSL : Tang. LTP; es ſind aber in jedem geradlinichten Dreyecke TLS, die Seiten gegen einander, wie die Sinuſſe der entgegenſtehenden Winkel, das iſt hier, TL : SL ::

Sin. LST : Sin. LTS, folglich, Sin. LST : Sin. LTS :: Tang. PSL : Tang. LTP, der geocentriſchen Breite des Planeten.

444. **Die Weite von der Erde**, als PT, iſt oft in unſern Rechnungen nöthig: um dieſe zu finden, ſucht man anfänglich die curtirte Weite, oder die in die Ekliptik SL gebrachte Weite des Planeten von der Sonne; hierzu darf man nur den Radius vector SP oder die wahre Weite des Planeten in ſeiner Bahn, von der Sonne, durch den Coſinus der heliocentriſchen Breite, oder des Winkels PSL multipliciren; denn weil die Linie PL ſenkrecht auf die Fläche der Ekliptik iſt (438), ſo iſt das Dreyeck SLP in L rechtwinklicht; demnach iſt nach der ebenen Trigonometrie R : SP :: Sin. SPL, oder Coſin. PSL : SL; folglich da der Halbmeſſer allezeit für die Einheit angenommen wird, ſo findet man SL = SP. Coſin. PSL.

In dem Dreyeck LST, kennt man alle Winkel nebſt der Seite SL, curtirte Weite der Sonne von dem Planeten; man kann dahero folgende Proportion machen, Sin. STL : SL :: Sinus LST : TL, das iſt: der Sinus des Elongationswinkels, verhält ſich zum Sinus des Commutationswinkels, wie die curtirte Weite des Planeten von der Sonne, zur Weite des Planeten von der Erde.

445. Wenn endlich dieſe curtirte Weite TL, durch den Coſinus der geocentriſchen Breite LTP dividirt wird, ſo erhält man die wahre Weite TP des Planeten von der Erde; aus eben dem Grunde, wie die wahre Weite, mit dem Coſinus der heliocentriſchen Breite multiplicirt, die curtirte Weite des Planeten von der Sonne gab.

446. Die größte geocentriſche Breite (443) der Planeten, giebt die Beſtimmung deſſen, was man gemeiniglich die Breite des Thierkreiſes nennt: Venus iſt von allen Planeten derjenige, welcher die größte Breite haben kann, wegen des nahen Standes bey der Erde, wenn die untere Zuſammenkunft in den Gränzen geſchiehet, und die Erde zu gleicher Zeit in der Sonnennähe iſt. Die Breite derſelben ſtieg im Jahr 1700 auf 8° 40′ nach der Beſtimmung der Ephemeriden von dieſen Jahren, ſie kann aber bis auf $9\frac{1}{4}$° kommen: ſo iſt demnach in dieſem Jahrhundert die Breite des Thierkreiſes, wenigſtens $17\frac{1}{2}$°; ſie wird noch etwas größer werden, wenn die Gränzen oder größten Breiten der Venus, ihre Sonnenferne, und die Sonnennähe der Erde zuſammen ſtimmen werden, den Abſtand der Venus von der Erde noch kleiner zu machen, und die geocentriſche Breite zu vergrößern.

447. Die Ungleichheiten, welche die Bewegung der Erde in ihrer Bahn, bey der Bewegung der Planeten erſcheinen läßt, oder die jährlichen Parallaxen, ſind gebraucht worden, ihre Weiten zu finden. So bald als Kopernik die beſondre Leichtigkeit erkannt hatte, mit welcher ſeine Hypotheſe die Rückgänge der Planeten entwickelte, ſo ſahe er wohl ein, daß, je beträchtlicher der Rückgang würde, je näher müſſe der Stand des Planeten angenommen werden, und daß durch dieſen Rückgang die Größe des Abſtandes erforſcht werden könnte; die Rückgänge hangen von der jährlichen Parallaxe der Erdbahn ab; dieſe iſt es demnach, die beobachtet zu werden verdient, wenn ſie ſich am größten zeigt; hier folgt die Art, nach welcher Kopernik hierbey verfuhr.

448. Kopernik beobachtete am 25ſten Februar 1514 um 5 Uhr des Morgens, die Länge des Saturns, und fand ſie 209°; er nahm S für den Mittelpunkt der Sonne an (Fig. 51.), T für die Erde, P für den Saturn, und fand durch die Rechnung der mittlern Bewegungen, die in den Oppoſitionen beobachtet worden, und der Gleichungen des Saturns und der Erde, die ſchon beſtimmt waren, daß, wenn die Erde in K geweſen wäre, hätte uns Saturn 203° 16′ erſcheinen müſſen, das war ſeine aus der Sonne geſehene Länge; der Unterſchied von 5° 44′ war der Winkel KPT, den Kopernik Commutation nennte, Ptolomäus hatte ihn Proſthaphaereſis Orbis genennt, und heut zu Tage heißt er bey uns jährliche Parallaxe (441); der Winkel TSK oder TSP, der Unterſchied zwiſchen dem aus der Sonne geſehenen Orte des Saturns, und dem Orte der Erde T für eben die Zeit berechnet, war 67° 35′, (dieſen nennt man heut zu Tage den Commutationswinkel); der Winkel T war demnach 106° 41′; wenn man nun alle Winkel dieſes Dreyecks kennt, ſo hat man die Verhältniß zwiſchen den Seiten ST und SP, das iſt, zwiſchen der Weite der Erde von der Sonne, und der Weite des Saturns von der Sonne; dieſe Verhältniß fand ſich wie 1 zu $9\frac{6}{10}$ ohngefähr, das heißt, Saturn war $9\frac{1}{2}$ mal weiter entfernt von der Sonne S, als die Erde T. (Copernicus de reuolutionibus, Libr. V. Cap. 9.).

449. Gleiche Bewandniß hat es mit jedem andern Planeten; wenn man zu verſchiedenen malen, ſeine Oppoſition mit der Sonne, oder ſeine Länge, zu der Zeit beobachtet hat, da ſie einerley iſt, ſie mag von der Erde, oder aus der Sonne geſehen werden,

als, wenn die Sonne S, die Erde K und der Planet P in einer geraden Linie ſtehen, ſo iſt man im Stande, dieſe aus der Sonne geſehene Länge, genau für die Zeit zu berechnen, da die Erde 90° davon iſt, das iſt gegen T, und da der Commutationswinkel PST = 90°; wenn man alsdenn die Länge des Planeten von der Erde geſehen, beobachtet, ſo wird man bey ihr einen Unterſchied von etlichen Graden wahrnehmen, und dieſer Unterſchied wird der Winkel SPT ſeyn, oder die jährliche Parallaxe des Planeten P. Der Punkt L, oder der in die Ekliptik gebrachte Ort, muß hier, größerer Richtigkeit wegen, genommen werden.

450. Wenn man den Winkel SLT, oder den Winkel LST kennt, der der Unterſchied iſt zwiſchen der Länge der Erde, die für dieſen Augenblick bekannt iſt, und der Länge des Planeten, die vorher berechnet worden, ſo nimmt man ST, als die Einheit an, und wenn man das Dreyeck STL auflöſet, ſo findet ſich SL, welches die Weite des Planeten von der Sonne iſt, oder der Halbmeſſer ſeiner Bahn in Theilen von dieſer Einheit, oder der Weite der Sonne von der Erde; auf ſolche Art ſind die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 gefunden worden, welche die Weiten der ſechs Planeten von der Sonne, oder wenigſtens ihre verhältnißmäßigen Weiten ausdrücken; in beyſtehender Tafel ſind ſie genauer beſtimmt. Die eigentlichen

Planeten	Mittlere Weiten der Planeten von der Sonne.
Merkur	38710
Venus	72333
die Erde	100000
Mars	152369
Jupiter	520098
Saturn	953937

chen Werthe dieſer Weiten in Meilen, können nicht anders gefunden werden, als durch die Mittel, welche wir im vierten Buche, bey Gelegenheit der Sonnenparallaxe vortragen wollen; man findet ſie aber auch in der Tafel, die wir am Schluſſe dieſes Werkes angefügt haben.

451. Der von uns jetzt erklärten, und ehemals von dem Kopernik gebrauchten Art, bediente ſich nachgehends Kepler, zu Erfindung der Weiten der Planeten, vermittelſt ihrer Umläufe, und ihrer jährlichen Parallaxen, das bahnte ihm den Weg, zur Entdeckung des herrlichen Naturgeſetzes, von welchem wir bald reden werden, daß nämlich die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten, ſich verhalten wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen (469). Hier iſt es uns genug, daß wir gezeigt haben, wie die kopernikaniſche Weltordnung, wenn ſie einmal erwieſen iſt, ein Mittel darreicht, die Weiten der Planeten von der Sonne, oder wenigſtens ihre Verhältniſſe gegen die Weite der Erde von der Sonne zu finden.

452. Hieraus beweiſet man auch, daß die neuen Sterne von 1572 und 1604 weit über unſere Sonnenwelt hinaus geſtanden haben (287); denn in Zeit von drey Monaten, die die Erde anwendet, von K nach T zu laufen, war die jährliche Parallaxe SPT für den Saturn 5°$\frac{3}{4}$ (448), und dennoch iſt ſie bey dieſen Sternen nicht eine Minute groß geweſen, woraus ſich erweiſen läßt, daß dieſe 345mal wenigſtens, weiter von uns entfernt geweſen, als Saturn.

Von den Umlaufszeiten der Planeten.

453. Nachdem wir gezeigt haben, worinnen die zwote Ungleichheit der Planeten beſtehet, und die Art,

Art, ihre Wirkung zu vermeiden, ſo iſt es nun Zeit, von den mittlern Umlaufszeiten der Planeten zu reden, es ſey in Anſehung eines unveränderlichen Punkts oder in Anſehung der Erde. Die Dauer dieſer Umlaufszeiten der Planeten, die man wiſſen muß, um die jährlichen Parallaxen zu erhalten, kann nicht anders genau beſtimmt werden, als durch die Conjunctionen und Oppoſitionen der Planeten mit der Sonne. Denn weil die Planeten um den Mittelpunkt der Sonne gehen, ſo müſſen auch um dieſen, die Umlaufszeiten derſelben gerechnet werden, und auf die Sonne muß man ſie dahero vergleichen; es ſind aber die Conjunctionen und Oppoſitionen die einzigen Punkte, wo der Ort eines Planeten von der Erde geſehen, in eben der Linie iſt, mit dem Orte aus der Sonne geſehen, und wo man den Ort aus der Sonne geſehen, in gerader Linie haben kann, ſo ſind dieſes demnach die Umſtände, die bey dieſen Unterſuchungen gebraucht werden müſſen.

454. Die Conjunctionen und Oppoſitionen der Planeten, die zu Beſtimmung der Länge ihrer mittlern Umlaufszeiten dienlich ſind, müſſen ſolche ſeyn, zwiſchen welchen eine lange Zwiſchenzeit verfloſſen, damit die Wirkung der Gleichungen, oder der periodiſchen Ungleichheiten verſchwinde, und durch die große Anzahl der Umläufe, auf welche die Vertheilung gerichtet wird, eben ſo weggenommen werde, wie wir bey der Sonne gethan haben (315). Die Vergleichungen zwiſchen den alten Beobachtungen, die in des Ptolomäus Almageſtum aufgezeichnet ſind, hat Caſſini in ſeinen Elemens d'Aſtronomie, die zu Paris 1740 gedruckt worden, mit der weitläuftigſten

Auseinanderſetzung, angeſtellet; er hat die alten Beobachtungen erzählet, ihre Vergleichungen beſtimmt, ſie ausgerechnet, und unterſucht, und daraus die tropiſchen Umlaufszeiten geſchloſſen, oder die Wiederkunft eines jeden Planeten zur Nachtgleiche. Am Ende dieſes Werkes, wird man eine Tafel finden, welche den aus ähnlichen Vergleichungen gezogenen Schluß enthält, und meiner neuen Tafeln wegen gemacht worden; ich werde dieſen noch die ſideriſchen Umläufe (321), nebſt den ſynodiſchen oder der Wiederkünfte zur Sonne beyfügen, die uns die mittlern Conjunctionen und Oppoſitionen der Planeten mit der Sonne geben (557).

Von den Seculargleichungen.

455. Die periodiſchen Ungleichheiten, von welchen wir ſchon geſagt (308), deren Berechnung (497) in elliptiſchen Bahnen, bald folgen ſoll, verneuern ſich bey jedem Umlaufe; ſie hindern die Gleichheit dieſer Umläufe nicht, wenn man die Wiederkunft des Planeten, zu eben demſelben Punkte ſeiner Bahn betrachtet; werden aber Beobachtungen verglichen, die in verſchiedenen Jahrhunderten angeſtellet worden, ſo findet ſich, daß die mittlere Bewegung des Saturns langſamer, bey dem Jupiter aber und dem Monde geſchwinder wird.

Kepler ſchrieb im Jahr 1625, er habe nach genauer Unterſuchung der Beobachtungen des Regiomontanus und Walthers, die 1460 und 1500 gemacht worden, beſtändig wahrgenommen, daß die Oerter Jupiters und Saturns, mehr oder weniger fortgeruckt wären, als es nach den mittlern Bewegungen erfolgen ſollte, die aus den alten Beobachtungen des Ptolomäus, und aus denen vom Tycho

cho um 1600 angeſtellten, beſtimmt waren. Nachdem ich dieſe Sache in Unterſuchung genommen, und ein Mittel zwiſchen vielen, in verſchiedenen Jahrhunderten gemachten Beobachtungen getroffen, habe ich gefunden, daß die Gleichung des Saturns von 5° 13′ 20″ für den Zeitraum von 2000 Jahren, oder 47″ für das erſte Jahrhundert angenommen werden muß. Die Gleichung des Jupiters von 2° 23′ 20″ oder 30″ für ein Jahrhundert; man vermuthet, daß ſie wie das Quadrat der Zeiten zunimmt, eben ſo wie die Beſchleunigung des Falles ſchwerer Körper (986).

456. Die mittlere Bewegung des Saturns, in verſchiedenen Jahrhunderten, iſt noch andern Ungleichheiten unterworfen, die auch durch Seculargleichungen nicht entwickelt werden können; ſeine mittlere Umlaufszeit iſt, nach den Umſtänden, in welchen ſie beobachtet wird, für ſich ſelbſt verſchieden; ohne daß die anziehende Kraft des Jupiters, von welcher man geglaubt hatte, daß ſie alleine, auf ſeine Bewegungen einen Einfluß haben könnte, einen ſolchen Unterſchied veranlaſſen ſollte: dieſe beſondre Ungleichheit, die ich 1766 entdeckt habe, iſt in den Abhandlungen der Pariſer Akademie, für daſſelbe Jahr, umſtändlich erklärt, zu finden.

Mein Schluß hierinnen iſt, daß bey dem Saturn eine Ungleichheit ſtatt findet, die von der anziehenden Kraft des Jupiters nicht herrührt, ſondern eine ganz beſondre Urſache zum Grunde haben muß, die bey einerley Stellungen mit dem Jupiter, eine viel größere Wirkung hervorbringt, als diejenige iſt, welche aus den größten Veränderungen der Stellung Jupiters in Anſehung des Saturns erfolgen kann, die auch überhaupt nur, ſeit dem Anfange dieſes

Jahrhunderts, merklich geworden iſt. Die Urſache von dieſer Wirkung iſt mir verborgen; vielleicht iſt ſie als eine Folge von der Wirkung eines ſehr nahe bey ihm vorbeygegangenen Kometen anzunehmen; das eigentliche der Sache aber, woran nicht zu zweifeln iſt, beſtehet darinnen, daß die letztern Umlaufszeiten des Saturns, von einander mehr als um eine Woche unterſchieden ſind, wenn man auch alle bekannte Ungleichheiten bey Seite ſetzt, ſo kann doch kein ſo großer Unterſchied, weder durch die Wirkung des Jupiters, noch durch eine von denen uns bekannten Urſachen, erfolgen. Meine Tafeln für den Saturn, die von 1740 bis 1770 niemals mehr als eine oder zwo Minuten von der Beobachtung abwichen, gehen nunmehro 1773 ſchon um 6 Minuten ab, welches eine merkliche Verweilung in drey Jahren angiebt. Es wird eine lange Zeit nöthig ſeyn, ehe man zur völligen Entwickelung aller dieſer Unordnungen, wird gelangen können: denn da Saturn einen Umlauf erſt in dreyßig Jahren zu Ende bringt, ſo kann man nicht eher als nach vielen Jahrhunderten, eine genugſame Anzahl ſolcher Umläufe erhalten, aus welchen die Verſchiedenheit und Abänderung derſelben zu erkennen iſt.

Von der Wiederkunft der Planeten zu einerley Stande in Anſehung der Erde.

457. Der ſcheinbare Standort eines Planeten, von der Erde geſehen, hangt nicht allein von dem Orte ab, in welchen er ſich wirklich befindet, ſondern auch von dem Orte, aus welchem er geſehen wird, das iſt von dem Stande der Erde; denn vermöge der

jährlichen Parallaxe (441), kann ein Planet, der in einem und eben demſelben Orte ſteht, weiter gegen Morgen zu ſtehen ſcheinen, wenn die Erde, weiter gegen Abend ſteht; er kann ſogar in einem ganz entgegengeſetzten Orte erſcheinen. Wenn demnach ein Planet, in Anſehung unſrer, wieder zu eben der Länge kommen ſoll, die er vorher ſchon gehabt, müſſen beyde, der Planet und die Erde ſich in eben demſelben Standpunkte ihrer Bahnen befinden, oder einerley Länge haben; alsdenn ſind der Ort des Planeten, ſeine von der Erde geſehene Breite, ſein Durchgang durch den Mittagskreis, ſein Auf- und Untergang, eben dieſelbigen, wie vorhero, und fangen in eben der Ordnung wieder an.

Wären dergleichen Perioden für die Planeten leichtlich zu finden, ſo würde die Arbeit derer, welche die Ephemeriden, und die Connoiſſance des Temps berechnen, dadurch eine große Erleichterung gewinnen; aber dieſe Perioden ſind entweder von ſehr langer Zeit, oder ſehr unvollſtändig: unterdeſſen wollen wir hier einen Entwurf machen, der denen gut zu ſtatten kommen kann, die ſich mit Berechnung der Ephemeriden beſchäfftigen.

458. Merkur muß ſich in Anſehung des Standes der Erde, faſt an eben derſelbigen vorigen Stelle wieder einfinden, nach Verlauf von 13 Jahren und 3 Tagen; dieſe werden nur 13 Jahre und 2 Tage machen, wenn in den 13 Jahren, vier Schaltjahre vorkommen; denn in dieſem Zeitraume vollendet er 54 Umläufe, und noch 2° 55′ darüber, die Erde aber macht 13 Umläufe, und noch 2° 59′ darüber.

459. Venus, ſteht nach Verlauf von 8 Jahren, nur 1° 32′ von dem Orte ab, wo ſie vorhero war, und

die

die Erde iſt 4′ weiter fort, ſo daß der ſcheinbare Stand der Venus, zween Tage vorhero, ſehr nahe zu eben demſelben Orte kommt.

460. Mars erhält einen ziemlich ähnlichen ſcheinbaren Stand, in 15 Jahren weniger 18 Tagen wieder; das würden 15 Jahre weniger 19 Tage ſeyn, wenn in dieſen 15 Jahren, 4 Schaltjahre wären. Für den Mars iſt eine noch genauere Periode da, ſie enthält aber 79 Jahre und 4 Tage, oder einen Tag weniger, wenn 20 Schaltjahre darzwiſchen vorkommen.

461. Für den Jupiter ſind es 83 Jahre, wenn man annimmt, daß nur 20 Schaltjahre in dieſem Zeitraume befindlich; wären deren 21, ſo würden es nur 83 Jahre weniger einen Tag ſeyn. Die Periode von 12 Jahren und 5 Tagen, kommt der Genauigkeit der vorigen ziemlich nahe.

462. Saturn macht in 59 Jahren und 2 Tagen, 1° 45′ Veränderung, und die Erde 1° 41′; hierdurch finden ſich Saturn und die Erde ſo zu ſagen, in einerley Anomalie, in einerley Weite von der Sonne, und in einerley Weite von einander: dieſe Periode würde 59 Jahr und 3 Tage haben, wenn ſich in dem Zeitraume ein Secularjahr als 1700 befände, bey welchem man den Schalttag, nach der Gregorianiſchen Kalendereinrichtung, unterdrückt.

Den 29ſten September 1702, war Saturn um 8 Uhr ¼ Abends in Oppoſition mit 0 Z. 6° der Länge; den 31ſten Sept. 1761, des Morgens ſtund er in Oppoſition mit 1° 55′ Länge mehr, als 1702, und nur 2′ mehr in der Breite. Eben ſo befindet es ſich den 15ten Jul. 1696 und den 18ten Jul. 1755. Bey dieſer letzten Vergleichung, wird der Zeitraum 59 Jahre und 3 Tage ausmachen, weil das Jahr 1700, wegen Weglaſſung

des

des Schalttages im Secularjahre, um einen Tag kürzer als ordentlicher Weiſe iſt.

Vom Stillſtande und Rückgange der Planeten.

463. Die untern Planeten, Merkur und Venus, vollenden ihren Umlauf um die Sonne, in kürzerer Zeit, als die Erde; während der Zeit, müſſen ſie in ihren obern Conjunctionen rechtläufig (directus), und in ihren untern Conjunctionen rückgängig (retrogradus) erſcheinen. Es ſey TB die Erdbahn (Fig. 50.), und AMDO die Bahn der Venus oder des Merkurs; wenn die Erde in B iſt, und Venus befindet ſich in M, in der obern Conjunction, das iſt oberhalb der Sonne, ſo ſcheint ſie ſo zu gehen, wie ſie wirklich gehet, nämlich von Abend gegen Morgen, oder linker Hand von M nach D zu; wenn aber die Erde in B iſt, und Venus ſich in O, in ihrer untern Conjunction befindet, ſo ſcheint ſie uns rechter Hand zu gehen, weil ſie ihren Weg von O nach P geſchwinder fortſetzt, als die Erde ihren von B nach T; ſolchergeſtalt wird die Venus dem Anſcheine nach rückgängig, in ihrer untern Conjunction; denn obgleich dieſelbe wirklich auf ihrem Wege eben ſo fortgehet, wie in M geſchahe, ſo geht ſie doch in Vergleichung auf uns, gegenſeitig; im erſten Falle gieng ſie nach linker Hand fort, von M nach D, und im zweeten Falle ſcheint ſie nach rechter Hand, von O nach P fortzugehen, und demnach ſcheint ſie nunmehro, ihren Fortgang, der Ordnung der himmliſchen Zeichen entgegen zu machen; aber alles dieſes kömmt einzig und alleine davon her, daß wir die Planeten, auf Punkte der Sternkugel vergleichen, die viel weiter von uns entfernt ſind.

464. Zwi-

464. Zwiſchen der rechtläufigen, und rückgängigen Bewegung, findet nothwendig ein Zeitpunkt ſtatt, in welchem die Veränderung geſchiehet, oder eine Zeit, da der Planet ſtillſtehend (ſtationarius) erſcheinet; er hört da auf fortzugehen, und fängt an zurück zu gehen, aber weder das eine noch das andre erfolgt wirklich, er iſt in dem Vereinigungspunkte, in welchem die Bogen des Fortganges und Rückganges zuſammen ſtoßen, und dieſer iſt derjenige Punkt, welcher beſtimmt werden muß, wenn man die ganze Größe des Rückganges finden will.

Wenn die Erde in B feſt ſtünde, ſo würde uns Venus ſtillſtehend erſcheinen, wenn ſie in der Tangente BC ſtünde, die von der Erde zur Planetenbahn gezogen worden; denn in dem Punkt C, iſt ein kleiner Bogen der Bahn, der ſich mit der Tangente BC vereiniget, und mit ihr zuſammenfällt, und während der Zeit, die der Planet anwendet, dieſen kleinen Bogen ſeiner Bahn zu durchlaufen, bleibt er in Anſehung unſrer, in eben der Richtung, in eben der Geſichtslinie, und trifft auf einerley Punkt am Himmel, wenn man die Erde in B feſtſtehend annimmt.

465. Weil die Erde ihren Weg von B nach T nimmt, ſo folgt ſchon daraus, daß der Planet einen gegenſeitigen und nach linker Hand gerichteten Weg zu nehmen ſcheint, ob er gleich auf der Tangente BC iſt; nach einiger Zeit aber, wird es geſchehen, daß die Bewegung GH (Fig. 52.) des Planeten, und die Bewegung IK der Erde, während derſelben Zeit, ſo beſchaffen ſeyn werden, daß die Geſichtslinien IG, KH, unter ſich parallel ſind; alsdenn wird uns der Planet dieſe ganze Zeit über, auf einerley Punkte der Ekliptik zu verbleiben ſcheinen, er wird uns ſtillſtehend vorkommen; denn es iſt bereits gezeigt worden (419), daß alle gerade parallele Linien, die von unſerm Auge an den Himmel geführet werden, in Anſehung unſrer, für eine einzi-

einzige und eben dieſelbe Linie, die auf eben dieſelbe Länge, oder an einen einzigen Ort des Himmels geht, gehalten werden muß.

466. Zu Beſtimmung der Größe des Fortganges und Rückganges der Planeten, iſt vornehmlich nöthig, den Punkt und Augenblick zu wiſſen, wenn ſie ſtilleſtehend werden; dieſe Aufgabe hat Schwierigkeiten, wenn man die Ungleichheiten des Planeten, und der Erde in Betrachtung ziehen will; man begnügt ſich aber, die Ephemeriden aufzuſchlagen, wo die Längen der Planeten für alle Tage berechnet ſind, und da fällt bald in die Augen, in welchen Punkten die Länge, in zween aufeinander folgenden Tagen, einerley geweſen; die Entfernung beyder Punkte, oder die Zeit, die zwiſchen ihnen enthalten iſt, theilt die Umlaufszeit in zweene Theile, welche die Zeitlängen des Fortganges, und Rückganges angeben; ſie ſind nach dem Abſtande eines jeden Planeten, ſehr verſchieden: die längſte Zeit des Rückganges iſt ohngefähr für den Merkur 22 Tage; für die Venus 43 Tage; für den Mars 80 Tage, für den Jupiter 122 Tage, und für den Saturn 141 Tage, in dem Zeitraume von einer Conjunction zur andern, oder einen ſynodiſchen Umlauf (454). Auflöſungen von dieſer Aufgabe des Rückganges der Planeten finden ſich in den Abhandlungen der Petersburgiſchen Akademie, und in meinem Werke von der Aſtronomie.

Drittes Buch.

Die Lehre von der Bewegung der Planeten um die Sonne.

467.

Nachdem Kepler die Gewißheit der kopernikaniſchen Weltordnung wohl eingeſehen hatte, ſo war er eifrig darauf bedacht, ſich derſelben zur Erforſchung der Weiten der Planeten von der Sonne zu bedienen, und die Geſetze ihrer Bewegungen um die Sonne zu entdecken; der glückliche Erfolg, überſtieg ſeine Hoffnung, denn er entdeckte wirklich die drey allerwichtigſten Sätze, die die himmliſche Naturlehre enthält, die auch noch jetzo von uns Keplers Geſetze genennt werden.

1) Daß die Bahnen der Planeten, Ellipſen ſind, deren Brennpunkt im Mittelpunkt der Sonne iſt.

2) Daß ſie dieſe Ellipſen, mit ſolchen Geſchwindigkeiten beſchreiben, daß die elliptiſchen Räume, allezeit mit den Zeiten in Proportion ſind.

3) Daß die Quadrate der Umlaufszeiten derſelben, ſich verhalten wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne.

468. Um die Geſtalt der Planetenbahnen zu entdecken, richtete Kepler insbeſondere ſeine Unterſuchungen auf die Bahn des Mars, weil ſie der Erde näher als andre iſt, und weil ihre Eccentricität ſehr beträchtlich iſt; er ſuchte ein Mittel, die Weiten des Mars

von

von der Sonne in verſchiedenen Punkten ſeiner Bahn, zu finden, indem er allezeit die Weite der Erde von der Sonne zum Grunde und gemeinſchaftlichen Maaßſtabe annahm: er bediente ſich hierbey der jährlichen Parallaxe des Mars, oder des Winkels S P T (fig. 51) der aus Beobachtungen geſchloſſen wurde, wie wir es oben beym Saturn nach Koperniks Vorgange erkläret haben (448); auf eben die Art beſtimmte er die Weite des Mars von der Sonne, in ſeiner Sonnenferne und Sonnennähe, die eine von 16678 Theilen, die andre von 13850, wobey er allezeit, die mittlere Weite der Erde von der Sonne, von 10000 Theilen annahm; ſo war demnach die mittlere Weite des Mars von 15264, und die Eccentricität von 1414 Theilen. Hierauf erwählte er ſich drey andere Weiten, gegen die Seiten der Bahn, zwiſchen dem Orte der Sonnenferne und der Sonnennähe, als S M, S D (fig. 55): er beſtimmte ſie aus den Beobachtungen des Tycho, wobey er nach eben der Art verfuhr. Dieſe Weiten des Mars von der Sonne, fanden ſich alle kleiner als ſie in einer Kreisbahn hätten ſeyn ſollen, die eben die Eccentricität, und eben den Halbmeſſer gehabt hätte, wie der umſchriebene Kreis A N P; hieraus folgte ganz natürlich, daß die Bahn des Mars, enger als ein Kreis war, daß ſie an den Seiten flacher wurde, und eine ovale Geſtalt annahm; das iſt der Schluß den er hieraus zieht, auf der 213 Seite ſeines großen und vortreflichen Werkes, das die Aufſchrift führt: Aſtronomia noua --- tradita commentariis de motibus ſtellæ Martis. 1609.

469. Die Weiten der Planeten die ſolchergeſtalt beſtimmt waren, führten den Kepler auf die Unterſuchung der Verhältniß, die zwiſchen den Weiten und den Umlaufszeiten ſeyn mußte. Warum, ſagte er,

 braucht

braucht Jupiter, der fünfmal weiter von der Sonne abſtehet als unſre Erde, und der nur einen fünfmal längeren Weg zu machen hat, zwölfmal mehr Zeit oder 12 Jahre, dieſen zu vollenden. Die Verhältniſſe der Zeiten ſind gröſſer als die Verhältniſſe der Bahnen; aber ſollten denn nicht etwa einige Potenzen, oder einige Wurzeln dieſer Zahlen gefunden werden können, die damit übereinſtimmend wären.

Es war am 8ten März 1618 da er zum erſten mal den Einfall hatte, die Potenzen der verſchiedenen Zahlen welche die Umlaufszeiten der Planeten, und ihre Weiten ausdrückten, in Vergleichung zu ſtellen; er verglich dahero von ohngefähr Quadrate, Würfel und dergl. er verſuchte ſo gar die Quadrate der Zeiten gegen die Würfel der Entfernungen; aber allzuviel Lebhaftigkeit oder Ungeduld verdarb ſeine Rechnung durch einen Fehler; er irrete alſo dieſes erſte mal, und glaubte ſo viel gefunden zu haben, daß dieſe Proportion nicht ſtatt finden könne, verwarf auch ſeine ſchöne Vorſtellung als falſch und unnütze. Den folgenden 15ten May aber, kam er wieder auf dieſen Gedanken, er wiederholte eben die Verſuche, ſtellte eben die Vergleichungen an, rechnete ſorgfältiger, und erkannte, daß wirklich eine gleiche und beſtändige Verhältniß, zwiſchen den Quadraten der periodiſchen Zeiten jeder zweener Planeten, und der Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne behauptet werden müſſe: über dieſe Entdeckung war er von Freude betäubt, ſo daß er ſich kaum überreden konnte, richtig gerechnet zu haben, er glaubte ſich ſelbſt hintergangen zu haben, indem er dasjenige voraus angenommen, was er erſt habe finden ſollen; kaum konnte er ſich überreden, daß er doch endlich eine Wahrheit gefunden, welche er 17

Jahre

Jahre hindurch vergebens bemüht geweſen zu ergründen. (Harmonices, libr. V. pag. 189.) Was ſollte er wohl geſagt haben, wenn er die bewundernswürdigen Folgen, die aus dieſem Naturgeſetze ſind gezogen worden, hätte voraus merken können? denn dieſes iſt das Geſetz, aus welchem ſich das Geſetz der Anziehung hat entdecken laſſen (1012).

470. Die Weite der Erde von der Sonne, verhält ſich zu der Weite des Jupiters von der Sonne, wie 10 zu 52; ihre Würfel ſind demnach wie 1 zu 140, es ſind aber ihre Umlaufszeiten von $365\frac{1}{4}$ und von $4332\frac{1}{3}$ Tagen, folglich ſind die Quadrate, wenn man die letzten Zifern wegläßt, noch wie 1: 140; ſo findet demnach einerley Verhältniß bey beyden ſtatt; das Quadrat der periodiſchen Zeit des Jupiters, iſt 140 mal gröſſer, als das Quadrat der periodiſchen Zeit der Erde, und der Würfel der mittlern Weite des Jupiters von der Sonne, iſt 140 mal größer, als der Würfel der mittlern Weite der Erde, darinnen beſtehet eben, die Gleichheit der Verhältniſſe. Wenn man die ſideriſchen Umlaufszeiten (454), und die Weiten (450), noch genauer nimmt, ſo findet ſich 140, 6874 als die richtige Zahl, welche den Ausdruck giebt, wie vielmal das Quadrat der Umlaufszeit des Jupiters, und der Würfel ſeiner Entfernung, eben dieſe beyde von der Erde enthalten. Dieſes Geſetz beſtätiget ſich gleichfalls, wenn man die Weiten der Nebenplaneten des Jupiters und Saturns, mit ihren Umlaufszeiten vergleicht, und im 12ten Buche ſoll gezeigt werden, wie aus dieſem Geſetze, das die Beobachtungen gaben, die nothwendige Folge floß, daß die Centralkraft, oder die Schwere der Planeten gegen die Sonne, ſich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhalte, das iſt die

ſchönſte Entdeckung Newtons, die ohne Zweifel ihren Urſprung durch Keplers Entdeckung erhalten hat.

471. Ich habe mich ſogar dieſes Geſetzes bedienet, die mittlern Weiten der Planeten zu finden, die in der Tafel des 450ten Artikels ſtehen; und ich halte ſie für richtiger, als diejenigen welche man nach Keplers Art, aus den Beobachtungen herleiten würde, ob uns gleich durch dieſe, die Regel bekannt gemacht worden, die wir nun, ſo gar mit Verlaſſung der Beobachtungen, zum Gebrauche anwenden.

472. Ein andres allgemeines Geſetz der Bewegung der Planeten, das in der Sternkunde gleiche Wichtigkeit mit vorigen hat, iſt, daß die elliptiſchen Räume, mit den Zeiten des Umlaufes in Proportion ſtehen; auch dieſes iſt eine von Keplers Entdeckungen; er konnte aber dieſe Wahrheit mit keinem vollſtändigen Beweiſe begleiten; Newton hat zuerſt dargethan, daß ſie eine nothwendige Folge der allgemeinen Bewegungsgeſetze iſt.

Kepler hatte ſich überzeugt, daß die kreisförmige Bewegung der Planeten, durch eine gewiſſe, von der Sonne ausfließende Kraft bewirket werde, welche ſie zwänge, eben ſo um die Axe der Sonne herumzulaufen, als ſie ſich ſelbſt um dieſelbe drehete. Er überlegte ferner, daß die entfernteſten Planeten viel langſamer giengen, als die der Sonne am nächſten ſtehenden, dahero müſſe die bewegende Kraft, in größerer Weite geringer wirken, und dieſes leitete ihn, nicht nur die Kraft der Trägheit zu entdecken, die er zuerſt bekannt gemacht hat, ſondern auch die Regel von der Verhältniß der Flächen gegen die Zeiten.

473. Kepler beweiſet hierauf, in ſeiner neuen himmliſchen Naturlehre oder phyſiſchen Aſtronomie, daß die Bewegung der Planeten in der Sonnenferne und Sonnennähe (Apſides) ihren Abſtande von der Sonne proportional iſt, ſogar nach des Ptolomäus Hypotheſe (309), oder, wenn ein Bogen des eccentriſchen Kreiſes, gegen die Sonnenferne, und ein anderer eben ſo langer Bogen gegen die Sonnennähe genommen wird, ſo verweilt der Planet länger in dem Bogen der Sonnenferne, nach Verhältniß des weitern Abſtandes derſelben; oder, welches einerley iſt, daß die in gleicher Zeit beſchriebenen Flächen, gleich ſind.

474. Es ſey E (fig. 53) ein Punkt, um welchen die Bewegung gleichförmig zu ſeyn ſcheint (309), der nach dem Ptolomäus, vom Mittelpunkte des eccentriſchen Kreiſes verſchieden war, S der Mittelpunkt der Sonne, in gleichem Abſtande vom Mittelpunkt C als der Punkt E; wenn nun zwo Linien MEO, NEP gezogen werden, ſo müſſen die Bogen MN und OP dieſer Hypotheſe zufolge, in eben der Zeit durchlaufen werden, weil die Winkel in E gleich ſind; wenn vom Punkte S die Linien SO, SP, und SN, SM gezogen ſind, ſo machen ſie gleiche Ausſchnitte OSP, NSM: denn, nimmt man die Bogen MN und OP äußerſt klein an, ſo erhält man, wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke NEM, OEP, dieſe Proportion, MN:OP::ER:EQ, dahero MN. EQ = OP. ER; es iſt aber EQ = SR und ER = SQ; folglich MN. SR = OP. SQ; und dahero der Ausſchnitt SNM dem Ausſchnitte OSP gleich; wenn man demnach, ſo gar in der Hypotheſe der Alten, zween Bogen MN und OP, die von einem Planeten, in gleichen Zeiten beſchrieben worden, nimmt, ſo erhält man im Punkte S, gleiche Flächen.

475. Weil der Planet in ſeiner Sonnenferne, längere Zeit zubringt einerley Bogen zu durchlaufen, ſo ſchloß Kepler überhaupt, daß je weiter ein Planet vom Mittelpunkte der Sonne entfernt iſt, je ſchwächer wirkt die bewegende Kraft in ihn, welche ihn um die Sonne herum treibt, ſo wie ſich dieſes, nach der Entdeckung des Geſetzes des Anziehens, als wahr beſtätiget hat.

476. Wenn Kepler auf die Betrachtung der elliptiſchen Bahnen kommt, ſo wendet er auf die Ellipſe, alle die Eigenſchaften an, die er nur für den eccentriſchen Kreis bewieſen hatte, ohne hierzu einen neuen Beweis vorzubringen; das Geſetz alſo, der Verhältniß der Flächen mit den Zeiten war unzureichend erwieſen, es konnte dahero damals für nicht mehr als eine bequeme Näherung gehalten werden, die in der Ausübung leichte, und durch die Einſtimmigkeit der Rechnung mit der Beobachtung gebilliget würde.

Wenn man aber die Planetenbahnen betrachtet, wie ſie durch die gemeinſchaftliche Wirkung zwoer Kräfte, und zwoer verſchiedener Richtungen, entſtehen, von welchen eine ihrer natürlichen Beſchaffenheit nach, einförmig und beſtändig iſt, alsdann werden die elliptiſchen Flächen nothwendig und nach aller Strenge den Zeiten proportional, welches wir bald beweiſen werden (480).

477. Heut zu Tage beweiſt man, aus der Beobachtung der Sonnendurchmeſſer, ſehr wohl, daß die Flächen, den Zeiten um die Sonnenferne und Sonnennähe proportional ſind, oder welches einerley iſt, daß die Bewegung der Sonne, deſto langſamer iſt, je weiter ſie von der Erde entfernt iſt. Der Sonnendurchmeſſer iſt im Sommer 31′ 31″, und im Winter 32′ 36″, nach den Beobachtungen, die ich mit der größten

Sorg-

Sorgfalt angeſtellet habe, daraus wird erweislich, daß ſich die Weite der Sonne im Winter, zur Weite derſelben im Sommer, wie 31′ 31″ zu 32′ 36″ verhält; denn die ſcheinbaren Größen eines entfernten Gegenſtandes, ſind in verkehrter Verhältniß ſeiner Weiten: die ſtündliche Bewegung der Sonne iſt im Winter 2′ 33″; es ſind aber 32′ 36″ : 31′ 31″ :: 2′ 33″: 2′ 28″; demnach ſollte die ſtündliche Bewegung der Sonne im Sommer 2′ 28″ ſeyn, wenn dieſe ſtündliche Bewegung, an ſich ſelbſt, beſtändig und einförmig wäre, und die Verſchiedenheit bloß von der Entfernung der Sonne herkäme; unterdeſſen findet ſich doch dieſe ſtündliche Bewegung, durch die Beobachtung nur 2′ 23″; ſie iſt kleiner, als ſie nach dieſer Vorausſetzung ſeyn ſollte: dahero iſt, außer den 5″ Unterſchied, der wegen der verſchiedenen Weiten der Sonne, zwiſchen der ſtündlichen Bewegung im Sommer und im Winter ſeyn ſoll, noch ein wirklicher Unterſchied von 5″, der nicht von den Weiten herkommt, ſondern vielmehr eine wirkliche Verweilung in der ſcheinbaren Bewegung der Sonne iſt, folglich iſt die wirkliche Bewegung der Erde, in der That langſamer in der Sonnenferne, als in der Sonnennähe. Man ſiehet ſo gar, daß ſie in verkehrter Verhältniß der Weiten iſt, weil man 2′ 23′, anſtatt 2′ 28″ findet, die doch ſeyn müßten, wenn die Bewegung gleichförmig angenommen wird, oder 5″ für den Ueberſchuß der ſtündlichen Bewegung im Winter, über die Bewegung im Sommer, ohne die 5″ die ſtatt finden müſſen, wegen der geringern Weite der Sonne im Winter; es ſind aber 2′ 23″ zu 2′ 28″, wie 31′ 31″ zu 32′ 36″, das iſt, wie der Durchmeſſer im Sommer, zum Durchmeſſer im Winter, oder wie die Weite im Winter, zur Weite im Sommer; derowegen iſt die Bewegung der Sonne im Sommer, zu

der Bewegung die ſie zu haben ſcheinen ſollte, wenn ſie beſtändig gleichförmig gienge, in verkehrter Verhältniß ihrer Weite.

478. Nachdem Kepler das Geſetz der Verhältniß der Flächen zu den Zeiten, für den Fall der Sonnenferne und Sonnennähe bewieſen, und überdieß noch durch eine allgemeine Uebereinſtimmung, die ſich zwiſchen den Beobachtungen, und der auf dieſes Geſetz gegründeten Rechnung findet, beſtätiget hat, ſo könnten wir daſſelbe als aſtronomiſch erwieſen anſehen, da wir von den Urſachen noch nicht gehandelt haben, durch welche dieſes Geſetz hervorgebracht wird; unterdeſſen wollen wir kürzlich beweiſen, 1) daß die Planeten, vermöge einer Central- oder anziehenden Kraft (vis centripeta), die auf den Brennpunkt der Ellipſe gerichtet iſt, um die Sonne laufen; 2) daß aus der einmal angenommenen Kraft, die Folge fließt, daß die elliptiſchen Räume, den Zeiten proportional ſind; dieſes werden die erſten Gründe der Erkenntniß ſeyn, welche den Leſer zur phyſiſchen Aſtronomie vorbereiten werden, die wir im 12ten Buche abhandeln wollen.

479. Das erſte Geſetz der Bewegung, das durch die Erfahrung beſtätiget iſt, und von allen Mathematikern ſo gar zu den Zeiten des Anaxagoras angenommen worden, iſt, daß ein Körper, der eine gerade Linie mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, in Zeit von einer Minute durchlaufen hat; eine andere gerade Linie, nach eben der Richtung, in der folgenden Minute durchlaufen werde, wenn ihn nichts darinnen hindert; ſolchen nach wird der Planet P (fig. 54) der nur ein einziges mal gleichförmig von P nach Q auf der geraden Linie P Q fortgegangen iſt, ſeine Bewegung von Q nach

nach F, nach eben der Richtung PQF, fortſetzen, indem er einen Raum QF der dem Raume PQ gleich iſt, mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, und in eben ſo langer Zeit durchläuft. Gleichwohl beſchreiben die Planeten Ellipſen, und keine geraden Linien, ſie krümmen ihren Weg ohne Unterlaß nach der Sonne zu, und kommen nach einem völligen Umlaufe, wieder, eben den Weg, in eben der Entfernung von der Sonne, anzutreten; es muß demnach in der Sonne eine Kraft ſeyn, die vermögend iſt, einen Planeten in jedem Augenblicke von der geraden Linie abzuziehen, die er den vorigen Augenblick beſchrieben hatte. Im 12ten Buche, wo wir von der anziehenden Kraft handeln werden, wollen wir das Maaß, und die Größe dieſer Kraft unterſuchen; hier iſt es uns genug, daß wir das wirkliche Daſeyn dieſer Centralkraft zeigen, weil die Planeten ohne dieſelbe, keine andre als gerade Linien beſchreiben könnten, und niemals auf eben dieſelben Oerter wiederkommen würden, wie doch geſchiehet, da ſie ohne Aufhören eine krumme Linie beſchreiben, welche die Sonne umgiebt.

Das zweyte Geſetz der Bewegung, das ich auch als bekannt und erwieſen annehme, weil es ſich in allen Büchern von der Mechanik oder der Dynamik findet, iſt dieſes: ein Körper der von zwo verſchiedenen Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen einen Winkel machen, da die Wirkung jeder von dieſen Kräften ihn treiben würde, in einer Minute eine von den Seiten eines Parallelogramms zu durchlaufen; wird in eben dieſer Minute, die Diagonale beſchreiben. Ein Planet, der in Q gekommen iſt, wird in der Richtung QS, nach der Sonne getrieben, die Kraft die dieſes thut, würde allein vermögend ſeyn, ihn in einer Minute

nute durch eine gerade Linie als QG zu treiben, indem er zugleich nach dem erſten Geſetze der Bewegung genöthiget wird in einer Minute eine Linie QF zu durchlaufen, die der Linie PQ gleich iſt; wenn man nun die Linien QG und QF, als Seiten eines Parallelogramms annimmt, und daſſelbe GQFR zeichnet, ſo wird der Planet die Diagonale QR in eben der Minute durchlaufen. Dieſe Gründe alleine, ſind zureichend zu beweiſen, daß das Geſetz der Verhältniß der Flächen mit den Zeiten, bey allen Planeten ſtatt finden muß. Das iſt ohngefähr der Beweis den **Newton** führet, (Philoſophiae natur. principia mathemat. libr. I, Sect. II. prop. 1).

480. Ich betrachte einen Planeten, in einem beliebigen Punkte Q ſeiner Bahn, der im vorigen Augenblicke einen ſehr kleinen Theil PQ dieſer Bahn, den man als eine gerade Linie annehmen kann, durchlaufen hat; der Planet hat, indem er von P in Q gekommen, und der Halbmeſſer ſeiner Bahn von SP nach SQ gegangen, die Fläche SPQ in einer Minute Zeit beſchrieben; ſo ſage ich, daß er in der folgenden Minute, eine andre Fläche SQR die der SPQ gleich iſt, oder ein Dreyeck das in ſeiner Fläche, SPQ gleich ſeyn wird, beſchreiben wird, dergeſtalt daß die durch den Radius Vector beſchriebene Fläche, in gleicher Zeit auch gleich ſeyn wird. Denn, wenn der Planet ſich ſelbſt überlaſſen geblieben, und ſeinen Lauf von Q nach F fortgeſetzt hätte, würde er eine Fläche QSF beſchrieben haben, die der Fläche PSQ gleich wäre, weil beyde dieſe Dreyecke gleich ſind, da ſie gleiche Grundflächen PQ, QF, und einerley Höhe haben; es muß aber, wegen der Centralkraft, die den Planeten nach der Sonne zieht, anſtatt der Fläche QSF, die Fläche QSR

be-

beſchrieben worden ſeyn; es ſind aber die Dreyecke QSR, QSF einander gleich, weil ſie einerley Grundfläche QS haben, und zwiſchen einerley Parallellinien FR, QS enthalten ſind; dahero iſt die Fläche QSR auch der Fläche PSQ gleich; demnach iſt erwieſen, daß die kleine Fläche, die in der erſten Minute beſchrieben worden, der kleinen Fläche gleich iſt, die in der folgenden Minute beſchrieben wurde; und wenn man ſolchergeſtalt von Minute zu Minute, die ganze Zeit des Umlaufes hindurch, fortgeht, ſo läßt ſich mit eben der Leichtigkeit beweiſen, daß derſelbe Planete immer und ewig, eben dieſelbe Fläche, in eben derſelben Zeit beſchreiben wird, in welchen Abſtand von der Sonne er auch kommen mag, wenn nur keine fremde Kraft hinzu kommt, die die Gleichheit zwiſchen QF und PQ aufheben kann, oder zwiſchen der Linie, die ein Planet beſchrieben hat, und derjenigen, die er in der folgenden Minute zu beſchreiben ſtrebt.

481. Demnach iſt das Geſetz der mit den Zeiten proportionalen Flächen, nicht allein durch Beobachtungen bewieſen, oder durch die allgemeine Uebereinſtimmung der auf dieſes Geſetz gerichteten Rechnungen, mit den Beobachtungen, ſondern auch durch die Natur der beyden Kräfte ſelbſt, welche die Planeten treiben: wir wollen dahero zur Berechnung der Bewegung der Planeten in den elliptiſchen Bahnen, fortſchreiten, um im Stand geſetzt zu werden, für jede Zeit den Punkt in der Bahn angeben zu können, wo ein Planet, vermöge des vorhergehenden Geſetzes, ſeinen Ort haben muß.

Von der elliptiſchen Bewegung.

482. Erklärungen. Der Radius Vector eines Planeten, iſt die Linie, welche vom Mittelpunkte

punkte der Sonne, zum Mittelpunkte des Planeten gezogen wird, oder die Weite des Planeten vom Brennpunkte ſeiner Ellipſe. Es ſey AMDP (Fig. 55.) die elliptiſche Bahn eines Planeten, um den Brennpunkt S beſchrieben, in welchem die Sonne ſteht (468), M der wirkliche Ort eines Planeten, für einen gegebenen Augenblick, ſo wird SM der Radius Vector ſeyn.

Die große Axe der Ellipſe (Linea apſidum), bezeichnet die Sonnenferne, und Sonnennähe des Planeten (310): die Sonnenferne (Aphelium oder Apſis ſuperior) iſt der Punkt der Bahn, wo der Planet am weiteſten von der Sonne entfernt iſt: ſo wie das Ende A, der großen Axe AP, am entfernteſten vom Brennpunkte S iſt. Die Sonnennähe (Perihelium oder Apſis interior) iſt der Punkt in der Bahn, wo der Planet der Sonne am nächſten ſteht; dergleichen iſt das untere Ende P der großen Axe AP, das dem Brennpunkte S, wo die Sonne iſt, am nächſten ſteht.

Anomalie überhaupt, iſt der Abſtand eines Planeten von ſeiner Sonnenferne; es läßt ſich aber dieſe Weite auf verſchiedene Art betrachten.

Die wahre Anomalie, iſt der Winkel, welcher im Brennpunkte der Ellipſe, durch den Radius Vector und die große Axe gemacht wird; dergleichen iſt der Winkel ASM, den die große Axe AS, und der Radius Vector SM machen.

Die eccentriſche Anomalie, iſt der Winkel, der im Mittelpunkte der Ellipſe, durch die große Axe, und durch den Halbmeſſer eines umſchriebenen Kreiſes, der auf den Endpunkt der Ordinate geht, welche

durch

durch den wahren Ort des Planeten gezogen worden, gemacht wird. Wenn man alſo einen Kreis ANP auf die große Axe AP der Bahn, als auf den Durchmeſſer, beſchrieben hat, ſo richtet man die Ordinate RMN durch den Punkt M, auf, in welchem der Planet zu ſtehen angenommen iſt; und an das Ende dieſer Ordinate, führt man den Halbmeſſer CN, ſo beſtimmt dieſer die eccentriſche Anomalie AN oder ACN.

Die mittlere Anomalie, iſt die Weite von der Sonnenferne, die mit der Zeit proportional angenommen wird; es iſt diejenige, welche gleichförmig zunimmt, und von der Sonnenferne bis zur Sonnennähe gleich fortgeht; es wird alſo ein Planet, der ſechs Monate braucht, von A nach P zu gehen, am Ende des erſten Monats 30° mittlere Anomalie haben, 60° am Ende des zweeten, und ſo fort, da ſeine Entfernung beſtändig mit der Zeit proportional zunimmt. Wenn man zu Bezeichnung der mittlern Anomalie, eine Linie CX zieht, und annimmt, daß dieſe Linie ſich gleichförmig um den Mittelpunkt C bewegt, ſo wird die Linie CX anfänglich weiter fortgegangen ſeyn, als die Linie CN, weil AN viel langſamer in der Sonnenferne zunimmt, wo die Bewegung des Planeten geringer iſt, als die mittlere Bewegung, und dieſer Fortgang wird ſo lange wachſen, als die Geſchwindigkeit des Planeten geringer iſt, als ſeine mittlere Bewegung; hierauf wird der Punkt N ſich dem Punkte X nähern, bis ſich beyde in der Sonnennähe vereinigen; da fallen die drey Anomalien zuſammen, und ſind alle, 180 Graden gleich.

Der Unterſchied zwiſchen der wahren und mittlern Anomalie, giebt die Gleichung der Bahn oder die Gleichung des Mittelpunkts.

483. Weil

483. Weil die mittlere Anomalie der Zeit proportional iſt, und ein Theil der Zeit des Umlaufes iſt, ſo kann jede gleichförmig wachſende Größe zu ihrem Maaße dienen: dahero kann nicht nur der Bogen AX, der Winkel ACX, und der Ausſchnitt oder das Stück der Kreisfläche ACX mittlere Anomalie genennt werden, ſondern auch der elliptiſche Ausſchnitt, oder die Fläche ASM, welche durch den Radius Vector SM, durch die große Axe SA, und durch den elliptiſchen Bogen AM gemacht wird: denn weil die Flächen, welche der Radius Vector beſchreibt, der Zeit proportional ſind (472), ſo wird der Ausſchnitt AMS der ſechſte Theil der elliptiſchen Fläche AMDPA am Ende des erſten Monats ſeyn, (nach der Annehmung im vorigen Artikel) folglich wird er der dritte Theil am Ende des zweeten Monats ſeyn, und ſo beſtändig gleichförmig fort; dergeſtalt, daß der Raum oder die elliptiſche Fläche; die mit der Zeit proportionale Größe, oder ein Bruch, der dem Theile der Zeit gleich iſt, oder die mittlere Anomalie ſeyn wird: man wird demnach am Ende des erſten Monats ſagen können, daß die mittlere Anomalie 30° iſt, oder überhaupt, daß ſie einen Zwölftheil beträgt; denn alsdenn ſind die 30° der zwölfte Theil des Kreiſes, und die Zeit, die nöthig geweſen iſt, ihn zu durchlaufen, wird der zwölfte Theil der Zeit des ganzen Umlaufes ſeyn; und endlich wird auch die Fläche AMS der zwölfte Theil der ganzen elliptiſchen Fläche ſeyn: wir drücken aber ordentlicher Weiſe, die mittlere Anomalie in Graden aus.

484. Nachdem Kepler entdecket hatte, daß die Planeten Ellipſen beſchreiben, deren Flächen, der Zeit proportional ſind, ſo konnte er nunmehro den

wahren Ort eines Planeten, für eine gegebene Zeit daraus finden. Wenn man die Umlaufszeit eines Planeten, zum Beyſpiel, des Merkurs weiß, die 86 Tage beträgt, und man verlangt den Ort des Merkurs, am Ende des zweeten Tages, das iſt, den 43ſten Theil ſeiner Umlaufszeit zu wiſſen, ſo ſieht man alsbald, daß die Fläche des elliptiſchen Ausſchnitts ASM, der 43ſte Theil der ganzen elliptiſchen Fläche iſt; dieſer Theil der Zeit, oder dieſer Raum der Ellipſe iſt eigentlich die mittlere Anomalie, die man auch in Graden ausdrücken kann, wenn man den 43ſten Theil von 360° oder des ganzen Kreiſes nimmt: denn es iſt gezeigt worden, daß es gleich viel iſt, die mittlere Anomalie, einen Theil der Zeit, einen Theil der Ellipſe, oder einen Theil des Kreisumfanges zu nennen; ſie iſt allezeit ein gegebener Theil eines Ganzen, wenn man den Ort eines Planeten ſucht, wir nehmen ſie aber nachgehends in Graden an, um hierinnen der gewöhnlichen Einrichtung der aſtronomiſchen Tafeln zu ſolgen, wo alle Anomalien, und alle Gleichungen in Graden, Minuten und Secunden ausgedruckt werden.

485. Wenn man die mittlere Anomalie, oder die Fläche des Ausſchnittes ASM kennt, ſo muß daraus die wahre Anomalie, oder der Winkel dieſes Ausſchnittes, ASM gefunden werden. Kepler ſahe die Schwierigkeit der Aufgabe: aus der gegebenen mittlern Anomalie, die wahre Anomalie zu finden, auch bey einem Kreiſe, wohl ein, denn bey dieſem iſt die Schwierigkeit faſt eben ſo groß als bey der Ellipſe; er begnügete ſich, die Meßkünſtler zu Erforſchung der Auflöſung derſelben zu ermuntern, ob er gleich keine Hoffnung haben konnte, daß ſie gerades Weges würde

de gefunden werden, weil ſie, wie ſich bald zeigen wird, die Verhältniß zwiſchen den Bogen und ihren Sinuſſen vorausſetzt, die nicht anders als durch Näherung bekannt iſt.

486. Um die Frage einfacher und leichter zu machen, kehrt man die Aufgabe um, und nimmt die wahre Anomalie als bekannt an, um daraus die mittlere Anomalie zu finden; dieſer Weg iſt kürzer, oft richtiger, und vertritt in der Ausübung allezeit die Stelle der eigentlichen oder directen Methode. Dieſe Art des Verfahrens, oder indirecte Methode, iſt mit gutem Erfolg von dem Abt de la Caille, in ſeinen Unterſuchungen von der Sonne, gebrauchet worden; ſie gründet ſich auf folgende zweene Lehrſätze, die wir auf eine ſehr leichte Art beweiſen wollen.

487. I. Lehnſatz. In einer Ellipſe AMP, um welche ein Kreis ANP beſchrieben worden; ſey CX die Linie der mittlern Anomalie (482), M der wahre Ort des Planeten; RMN die Ordinate, die durch den Ort des Planeten geht; ſo wird der Kreisausſchnitt ANSA allezeit dem Kreisausſchnitte ACX der mittlern Anomalie gleich ſeyn.

Beweis. Es ſey T die ganze Umlaufszeit des Planeten, und t, die Zeit, die er angewandt hat, von A nach M zu gehen, ſo iſt nach der Regel, der mit der Zeit proportionalen Flächen, t zu T, wie der Ausſchnitt AMS, zu der ganzen Fläche der Ellipſe: desgleichen, weil ACX die mittlere Anomalie iſt, verhält ſich t zu T, wie ACX zur ganzen Kreisfläche; dahero iſt AMS zu ACX, wie die Fläche der Ellipſe, zur Fläche des Kreiſes. Es iſt aber nach den Eigenſchaften der Ellipſe, die in allen Büchern von den Kegelſchnitten bewieſen ſind, AMS zu ANS, wie die Fläche der Ellipſe, zur Fläche

des

des Kreiſes; wir haben demnach zwo Proportionen, welche drey Glieder gemein haben, nämlich AMS, die Fläche der Ellipſe, und die Fläche des Kreiſes; das Glied, das verſchieden erſcheint, iſt folglich nothwendig einerley; und dahero ACX und ANS einander gleich. W. z. E.

488. II. Lehnſatz. Wenn in jedem rechtwinklichten Dreyeck MRS (Fig. 55.), der Winkel RSM in zweene gleiche Theile getheilet wird, ſo iſt die Tangente der Hälfte des Winkels RSM gleich mit $\frac{RM}{RS+SM}$.
Denn wenn SB = SM genommen wird, ſo iſt der Winkel B, der Hälfte des Winkels S gleich, und die Tangente des Winkels B = $\frac{RM}{RB} = \frac{RM}{RS + SB} = \frac{RM}{RS + SM}$.

489. III. Lehnſatz. Der Radius Vector SM iſt gleich mit $\frac{PR.\ SA}{CA} - SR$; und wenn man $CA = a$; $CR = x$; $CS = e$ ſetzt, ſo iſt der Radius Vector $SM = \frac{(a+x)\ (a+e) - a\ (e+x)}{a}$, oder, welches einerley iſt, $\frac{a^2 + ex}{a}$. Nach der bekannteſten Eigenſchaft der Ellipſe, iſt $SM + FM = 2a$, es ſey $SM = a + z$ und $FM = a - z$; ſo iſt RM^2 oder $y^2 = SM^2 - SR^2 = aa + 2az + zz - ee - 2ex - xx = SM^2 - SR^2 = aa - 2az + zz - ee + 2ex - xx$; ſetzt man dieſe beyden Werthe einander gleich, ſo iſt $2az - 2ex = - 2az + 2ex$; und $z = \frac{ex}{a}$; dahero

hero $SM = a + \frac{ex}{a}$, oder, welches einerley iſt,

$$SM = \frac{PR.\ SA}{CA} - SR.$$

490. **Lehrſatz.** Die Quadratwurzel, des Abſtandes der Sonnennähe, verhält ſich zur Quadratwurzel des Abſtandes der Sonnenferne, wie die Tangente der Hälfte der wahren Anomalie, zur Tangente der Hälfte der eccentriſchen Anomalie.

In den rechtwinklichten Dreyecken MSR und NCR, hat man, wenn die Ausdrücke des 488ſten Artikels angebracht werden, folgende Verhältniß: Tang. $\frac{1}{2}$ MSR : Tang. $\frac{1}{2}$ NCR :: $\frac{RM}{SR+SM} : \frac{RN}{CR+CN}$; wenn man anſtatt der Verhältniß RM : RN dieſe ſetzt CD : CA, welche ihr nach den Eigenſchaften der Ellipſe gleich iſt, und anſtatt SR + SM den Werth PR. $\frac{SA}{CA}$ ſetzt (489), und endlich PR ſtatt CR + CN, ſo verändert ſich jene Proportion in dieſe; Tang. $\frac{1}{2}$MSR : Tang. $\frac{1}{2}$ NCR :: $\frac{CD.\ CA}{PR.\ SA} : \frac{CA}{PR}$ :: CD : SA; :: $\sqrt{(aa-ee)} : a+e$ :: $\sqrt{(a-e)} : \sqrt{(a+e)}$, wo die beyden letzten Glieder durch $\sqrt{(a+e)}$ dividirt ſind; folglich hat man Tang. $\frac{1}{2}$ MSR : Tang. $\frac{1}{2}$ NCR :: $\sqrt{(a-e)} : \sqrt{(a+e)}$ :: $\sqrt{PS} : \sqrt{SA}$; das iſt, die Tangente der Hälfte der wahren Anomalie ASM, verhält ſich zur Tangente der Hälfte der eccentriſchen Anomalie ACN, wie die Quadratwurzel aus dem Abſtande der Sonnennähe PS, zu der Quadratwurzel aus dem Abſtande der Sonnenferne AS. W. z. E.

491. Der Unterſchied zwiſchen der eccentriſchen, und mittlern Anomalie, iſt dem Producte gleich aus der Eccentricität, in den Sinus der eccentriſchen Anomalie.

Beweis. Der Kreisausſchnitt ANSA, iſt dem Ausſchnitte der mittlern Anomalie ACX (487) gleich; wenn man von beyden, den gemeinſchaftlichen Theil ACN wegnimmt, ſo bleibt der Ausſchnitt NCX dem Dreyeck CNS gleich. Die Fläche des Kreisausſchnittes NCX, iſt dem Producte gleich aus CN in die Hälfte des Bogens NX; die Fläche des Dreyecks CNS, iſt dem Producte aus CN in die Hälfte der Höhe ST gleich, welche eine ſenkrechte Linie iſt, die vom Brennpunkte S auf die über den Mittelpunkt C hinaus verlängerte Grundlinie NC, gefället wird; weil demnach dieſe beyden Flächen gleich ſind, und einen von den Factoren CN haben, der beyden gemein iſt, ſo ſind die übrigen Factoren auch gleich; dahero iſt der Bogen NX der geraden Linie ST gleich; in dem Dreyeck STC aber, das in T rechtwinklicht iſt, findet ſich nach den Regeln der ebenen Trigonometrie ST = CS. Sin. TCS; folglich NX = CS. Sin. TCS = CS. Sin. ACN; dahero iſt der Unterſchied NX zwiſchen der eccentriſchen Anomalie AN, und der mittlern Anomalie AX, dem Producte aus der Eccentricität CS, in den Sinus der eccentriſchen Anomalie ACN gleich. W. z. E.

492. Alle Anomalien der Planeten, werden gewöhnlichermaßen in Minuten und Secunden ausgedruckt; um dahero den Unterſchied zwiſchen der mittlern Anomalie, und der eccentriſchen in Secunden zu finden, muß die Eccentricität auch in Secunden angegeben ſeyn. Wenn die Eccentricität des Planeten in Theilen von eben der Art, als der mittlere Abſtand ausgedruckt iſt, ſo kann man ſagen: der mittlere Abſtand, verhält ſich zur Eccentricität, wie die Zahl 206265″, welche der Halbmeſſer eines Kreiſes

enthält, oder ohngefähr 57°, ſich zu der Zahl der Secunden verhält, welche die Eccentricität beſtimmt. Wenn dieſe Eccentricität, in Brüchen des mittlern Abſtandes, eben deſſelben Planeten, gegeben iſt, ſo darf man ſie nur durch die 206264",8 multipliciren, welche den Bogen von 57° der dem Halbmeſſer gleich iſt, ausmachen, um dieſe Eccentricität in Secunden zu haben.

493. Durch dieſe zween Lehrſätze (490, 491), läßt ſich die mittlere Anomalie leichtlich aus der wahren Anomalie finden: die eigentliche Aufgabe aber beſtehet darinnen; die wahre Anomalie zu finden, wenn man die mittlere hat. Es giebt verſchiedene Wege, die gerade zu der Auflöſung führen, obgleich die Näherung dabey gebraucht wird; zum gewöhnlichem Gebrauche aber, finden wir vorzüglicher, eine wahre Anomalie willkührlich anzunehmen, und ſie nach den vorhergehenden Regeln in die mittlere zu verwandeln; wenn die, durch dieſes Mittel gefundene, der gegebenen nicht gleich befunden wird, ſo iſts eine Anzeigung, daß die Annehmung nicht richtig genug geweſen, man macht dahero eine andre Annahme der wahren Anomalie, bis eine ſolche wahre Anomalie getroffen wird, die ganz genau die gegebene mittlere Anomalie hervorbringt. Die Tafeln, die ſchon für jeden Planeten völlig ausgearbeitet ſind, und jeden Grad der Anomalie geben, erleichtern dieſe Annehmungen ſo, daß ſie faſt, auf das erſte mal, gleich gefunden werden können.

494. Wenn man die wahre Anomalie gefunden hat, ſo iſt es leicht, die Weite von der Sonne, oder den Radius Vector SM durch folgende Proportion zu finden; der Sinus der wahren Anomalie verhält ſich zum Sinus der eccentriſchen Anomalie, wie die Hälf-

te der kleinen Axe, zum Radius Vector. Denn, wenn die Linie NQ (Fig. 55.) mit dem Radius Vector MS parallel gezogen worden, ſo findet ſich aus der Aehnlichkeit der Dreyecke dieſe Proportion; SM : QN :: RM : RN :: CD : CK, oder CN; daher iſt SM : CD :: QN : CN :: Sin. QCN : Sin. CQN :: Sin. RCN : Sin. RSM; folglich Sin. CSM : Sin. NCS :: CD : SM; dieſes iſt der Radius Vector nach Keplers Hypotheſe, und die Proportion, der ich mich zu Berechnung meiner Tafeln, von den Weiten der Planeten, für jeden Grad der Anomalie, bedienet habe.

495. Durch die einfache elliptiſche Hypotheſe, der man ſich bedient, wenn keine ſehr große Schärfe nöthig iſt, wird die Rechnung ſehr erleichtert, denn durch ſie läßt ſich die wahre Anomalie aus einer einfachen Proportion finden. Boulliaud zeigte im Jahr 1645, daß die Bewegung eines Planeten, in einer elliptiſchen Bahn, gleichförmig ſcheine, wenn man annimmt, daß ſie aus dem obern Brennpunkte F der Ellipſe geſehen werde; Seth Ward erfand 1656 eine ſehr leichte Art, die wahre Anomalie in dieſem Falle zu berechnen. Man verlängert FL (Fig. 56.) ſo weit, bis LE mit LS gleich wird, und zieht die Linie SE; daraus entſteht ein Dreyeck SFE, in welchem nach der bekannten Eigenſchaft, die halbe Summe beyder Seiten FE und FS, ſich zu ihrem halben Unterſchiede verhält, wie die Tangente der halben Summe der Winkel an der Grundlinie, S und E, zur Tangente des halben Unterſchiedes eben dieſer Winkel. Anſtatt dieſer vier Glieder ſetze man andre Benennungen: die halbe Summe von FS und FE iſt einerley mit dem Abſtande der Sonnenferne SA;

denn FE oder FL mit LS, iſt der großen Axe gleich; dahero macht FE mit FS ſo viel, als die große Axe mit der doppelt genommenen Eccentricität, und wenn man vom Ganzen, die Hälfte nimmt, ſo macht die halbe Summe von FE und FS, die halbe Axe mit der Eccentricität aus, das iſt SA. Man ſieht auch leicht, daß ihr halber Unterſchied, SP gleich iſt. Die halbe Summe der Winkel E und S, iſt die Hälfte des äußern Winkels AFE, oder der mittlern Anomalie; endlich iſt ihr halber Unterſchied, die Hälfte der wahren Anomalie FSL, weil der Unterſchied zwiſchen dem Winkel FSE und dem Winkel LSE (der LES gleich iſt), der Winkel FSL iſt; hierdurch verändert ſich die vorige Proportion, in dieſe: der Abſtand der Sonnenferne, iſt zum Abſtande der Sonnennähe, wie die Tangente der Hälfte der mittlern Anomalie, zur Tangente der Hälfte der wahren Anomalie.

Durch das Dreyeck SLF findet ſich der Radius Vector SL mit eben der Leichtigkeit, wenn man ſagt: der Sinus der Gleichung der Bahn FLS, iſt zur doppelten Eccentricität FS, wie der Sinus des Winkels F oder der mittlern Anomalie, zur Weite des Planeten von der Sonne, in der einfachen elliptiſchen Hypotheſe.

Von der Gleichung der Bahn.

(Aequatio Orbitae.)

496. Alle Eigenſchaften der ungleichen Bewegung der Planeten, und der Gleichung der Bahn, laſſen ſich bey Betrachtung der 56ſten Figur vorſtellig machen. 1) Dieſe Gleichung iſt in A null, das iſt,

in der Sonnenferne oder Erdferne, weil der mittlere und wahre Ort ſich gegen dieſen Punkt vermiſchen, und die Linien FL, SL zuſammenfallen. Wenn ſie von dieſem Orte abgehen, wächſt ihr Unterſchied ſehr ſchnell, weil die wahre Geſchwindigkeit, die in A am geringſten iſt, von der mittlern Geſchwindigkeit am meiſten unterſchieden iſt: 2) So lange die wahre Geſchwindigkeit, geringer iſt, als die mittlere Geſchwindigkeit, wächſt dieſer Unterſchied mit jedem Tage; und wenn ſie gleich ſind, findet ſich ein Punkt B, gegen drey Zeichen und etliche Grade mittlere Anomalie, wo der Unterſchied, der bishero immer zugenommen hat, nun der größte iſt, und wo die Gleichung, oder der Winkel FLS zu wachſen aufhört, indem er eine Zeitlang faſt einerley bleibt, um nunmehro bis zur Sonnennähe oder Erdnähe wieder abzunehmen, wo der wahre und der mittlere Ort abermals einander gleich werden. 3) Die Gleichung wird in den ſechs erſten Zeichen, zu Erhaltung des wahren Ortes, abnehmend, und wird vom mittlern Orte, oder von der mittlern Anomalie AFL abgezogen, weil die mittlere Geſchwindigkeit, von der Sonnenferne an, größer iſt, als die wahre Geſchwindigkeit; man muß dahero von der mittlern Länge, die Größe der Gleichung abziehen, um den wahren Ort zu finden. Nach dem Durchgange durch P, erfolgt das Gegentheil, weil da die wahre Geſchwindigkeit größer iſt.

497. Die größte Gleichung, kann durch eine ſcharfe Rechnung, eben ſowohl gefunden werden, als der Grad der mittlern Anomalie, wo dieſe größte Gleichung vorfällt; hierzu iſts genug, daß man den Punkt M (Fig. 57.) beſtimmt, in welchem ſich die mittlere Geſchwindigkeit findet. Denn ſo bald als der

Planet in den Ort gekommen iſt, wo ſeine Geſchwindigkeit, in Anſehung des Winkels DFR, den er durchläuft, wenn er aus der Sonne geſehen wird, der mittlern Geſchwindigkeit gleich iſt, (zum Beyſpiel 59′ 8″ täglich, wenn es die Erde iſt), ſo hört die mittlere Länge auf, die wahre Länge zu überſchreiten; ſie hat alsdenn den größten möglichen Unterſchied, weil die wahre Geſchwindigkeit, die bis auf dieſen Zeit-Punkt kleiner war, machte, daß der wahre Ort, alle Tage von dem mittlern Orte zurück blieb; ſo bald aber die wahre Geſchwindigkeit der mittlern Geſchwindigkeit gleich geworden, ſo fängt ſie an, dieſe zu überſteigen, ſie ſucht dasjenige wieder zu gewinnen, was ſie bis jetzo verloren hatte, der wahre Ort nähert ſich dem mittlern Orte, und die Gleichung der Bahn verringert ſich. Dahero beſteht die ganze Schwierigkeit darinnen, den Punkt M, und die wahre Anomalie AFM des Planeten, in dem Augenblicke zu finden, da ſeine Geſchwindigkeit, der mittlern Geſchwindigkeit in Anſehung des Winkels gleich iſt. Wenn man eine Linie FM nimmt, die eine mittlere Proportionallinie zwiſchen den beyden halben Axen der Bahn iſt, ſo kann man aus dem Brennpunkte F als Mittelpunkte, mit dem Halbmeſſer FM einen Kreis MN beſchreiben, und dieſes Kreiſes Fläche, wird der Fläche der Ellipſe gleich ſeyn, wie bey der Lehre von den Kegelſchnitten bewieſen wird. Wenn wir einen Körper annehmen, der den Kreis MN in einer Zeit beſchreibt, die der Umlaufszeit des Planeten in ſeiner Ellipſe gleich iſt, ſo wird ſeine Winkelgeſchwindigkeit (Velocitas angularis) beſtändig, der mittlern Winkelgeſchwindigkeit des Planeten gleich ſeyn, zum Beyſpiel, 59′ 8″ für die Sonne; die in dem Kreiſe beſchriebene Fläche, wird beſtändig der, in gleicher Zeit, in der

Ellipſe beſchriebenen Fläche gleich ſeyn, weil die ganzen Flächen einander gleich ſind, und in gleichen Zeiten durchlaufen werden, ſo ſind die Umlaufszeiten einerley, und die Stücke der elliptiſchen Fläche, den Theilen der Zeit proportional: wenn zum Beyſpiel, die Sonne in einem Tage, eine Fläche DFR von ihrer Ellipſe beſchreibt, die dem 365ſten Theile, der ganzen elliptiſchen Fläche gleich iſt, ſo wird die Fläche EFO, die in dem Kreiſe beſchrieben worden, auch der 365ſte Theil der ganzen Kreisfläche ſeyn, (welche der Ellipſe gleich iſt); ſo wird demnach, die wahre Geſchwindigkeit der Sonne (oder der Winkel DFR) der mittlern Geſchwindigkeit in M, das iſt, dem Winkel DFO, gleich ſeyn; denn das ſind zwo gleiche Ausſchnitte, die einerley Länge FM, einerley Fläche, und folglich auch einerley Winkel haben; außerdem geben auch die gleichen Dreyecke MED, MRO, davon einer außerhalb, der andre innerhalb des Kreiſes iſt, zu erkennen, daß der elliptiſche Ausſchnitt, dem Kreisausſchnitte, der eben den Winkel in F hat, gleich iſt. Um alſo den Punkt der mittlern Geſchwindigkeit zu finden, muß man den Durchſchnitt M der Ellipſe mit dem Kreiſe, der ihr in der Fläche gleich iſt, finden. Wenn vom Punkte M, zum andern Brennpunkte B der Ellipſe, eine Linie MB gezogen wird, ſo erhält man ein Dreyeck BFM, von welchem die drey Seiten bekannt ſind, nämlich BF, die doppelte Eccentricität, FM die mittlere Proportionallinie zwiſchen den beyden halben Axen, und BM der Unterſchied zwiſchen FM, und der großen Axe (weil die beyden Linien FM und MB zuſammen, der großen Axe gleich ſind); wird nun das Dreyeck BFM aufgelöſt, ſo darf man nur den Winkel F ſuchen, der die wahre

Ano-

Anomalie des Planeten, zur Zeit der größten Gleichung iſt.

Wenn zum Beyſpiel die halbe Axe CA = 38710, und die halbe kleine Axe (axis coniugatus) = 37883, iſt, wie bey der Bahn des Merkurs, ſo findet man CF = 7960, BF = 15920, und FM wird = 38294 ſeyn; hieraus wird das Dreyeck BFM zu berechnen ſeyn, und der Winkel BFM wird gefunden werden, 81° 4′ 52″; ſo iſt dieſes die wahre Anomalie, zur Zeit der größten Gleichung; woraus man ſchließen kann (493), daß die mittlere Anomalie von 104° 45′ 41″ iſt; folglich iſt ihr Unterſchied, der die Gleichung des Mittelpunktes iſt, 23° 40′ 49″; dieſes muß demnach die größte Gleichung der Bahn des Merkurs ſeyn.

498. Nachdem wir die Art gezeiget haben, wie die Gleichung zu berechnen, ſo müſſen wir nun auch von der Art reden, wie ſie zu beobachten. Wenn man zwo wahre Längen eines Planeten, in G und M beobachtet hat, ſo werden ſie von einander um die Größe des Winkels GFM unterſchieden ſeyn, der die Summe bey den wahren Anomalien iſt; die Summe aber der bey der mittlern Anomalien ABM, ABG wird um die doppelte Gleichung größer ſeyn, weil jeder wahre Abſtand ſo viel als die größte Gleichung beträgt, kleiner iſt, als der mittlere Abſtand. Es iſt leicht, die Summe der beyden mittlern Anomalien, für jede Zeit, zu berechnen, wenn auch gleich der Ort der Sonnenferne A unbekannt iſt, weil die Summe der beyden mittlern Anomalien, der mittlern Bewegung des Planeten in dieſem Zeitraume gleich iſt, und man erhält ihn leichtlich, wenn man weiß, wie lange die Umlaufszeit dauert; ſolchergeſtalt giebt der berechnete Ueberſchuß der mittlern Bewegung, über die beobach-

beobachtete wahre Bewegung, die größte Gleichung doppelt, woferne nur die beyden Beobachtungen in M und G, das iſt, zu den Zeiten der mittlern Bewegung, angeſtellet worden.

Die wahre Bewegung wird am beträchtlichſten ſeyn, wenn die erſte Beobachtung vor der Sonnennähe, die zwote aber nachher gemacht wird, wie in folgendem Exempel (500).

499. Um zu dieſer Unterſuchung, die rechten Zeiten und die ſchicklichſten Beobachtungen zu erwählen, darf ein einſamer Beobachter, dem auch die Lage der Bahn des Planeten, und der Punkte G und M gar nicht bekannt iſt, nur eine große Anzahl beobachteter Stellungen ſammlen, zwey und zwey mit einander vergleichen, und bemerken, wie viel die wahre beobachtete Bewegung, von der mittlern berechneten Bewegung in jedem Zwiſchenraume unterſchieden iſt; der größte von allen Unterſchieden, wird ihm die doppelte größte Gleichung geben; denn von einem mittlern Abſtande zum andern, iſt die wahre Bewegung von der mittlern Bewegung, nach Verhältniß der Gleichung unterſchieden, die von der einen abgezogen, zur andern aber addirt wird; wenn man demnach Beobachtungen hat, die in allen Punkten der Planetenbahn angeſtellet worden, ſo wird man unter ihnen zwo finden, wo die wahre Bewegung, um die doppelte größte Gleichung, kleiner oder größer ſeyn wird, als die mittlere Bewegung. Wenn man die Oerter der Sonnenferne und Sonnennähe, und der mittlern Weiten aller Planeten ziemlich genau kennt, darf man nur alsbald die Beobachtungen erwählen, die vor und nach der Sonnenferne, gegen die Zeit der größten Gleichung gemacht worden, wie folgendes Beyſpiel zeigt.

500.

500. Exempel. Den 7ten October 1751. iſt der wahre Ort der Sonne, vor der Erdnähe von dem Abt la Caille beobachtet worden, hierzu ſind die Beobachtungen von drey Tagen unterſucht, und mit einander verglichen worden, und er fand ihn 6 Z. 13° 47′ 15″

Den 28ten März 1752 war dieſe wahre Länge	0 8 9 26
Der Unterſchied dieſer beyden Längen, oder die wahre Bewegung der Sonne iſt demnach	5 24 22 11
In dieſem Zeitraume aber hätte die mittlere Bewegung nach der Berechnung ſeyn ſollen	5 Z. 20° 31′ 43″
Der Unterſchied, die doppelte größte Gleichung iſt	. . . 3 50 28
Davon iſt die Hälfte, die Gleichung der Bahn	. . . 1 55 14

Durch eine große Anzahl Beobachtungen iſt ſie auf 1° 55′ 32″ geſetzt worden.

501. Weil es außerordentlich ſelten geſchiehet, daß zwo Beobachtungen getroffen werden, die ganz genau in den Punkten M und G der mittlern Geſchwindigkeit angeſtellet worden, ſo findet man durch eine einzige Berechnung, den richtigen Werth der größten Gleichung nicht; nachdem man aber die Gleichung, und den Ort der Sonnenferne oder Sonnennähe ziemlich genau gefunden hat (506), ſo berechnet man für die beyden Zeiten der Beobachtungen, die Gleichung der Bahn, und man berechnet auch die größte Gleichung (497), alsdenn erfährt man dadurch, wie viel Unterſchied die aus den Beobachtungen gefundene Gleichung, von der größten haben muß; auf ſolche Art hatte de la Caille im vorigen Exempel 18″, 6 gefunden, die er addi-

addiren mußte, um den wahren Werth der größten Gleichung, die aus dieſen beyden Beobachtungen erfolgte, zu finden.

502. Die größte Gleichung läßt ſich auch finden, ohne den Ort der Sonnenferne oder Sonnennähe zu wiſſen; man darf nur zur Epoche eine jede Länge nehmen, und mit dieſer viele andere Längen vergleichen, um daraus die wahre beobachtete Bewegung zu finden: für jede von dieſen Zwiſchenräumen, muß man die mittlere Bewegung, aus der bekannten Umlaufszeit berechnen, ſo erhält man Unterſchiede, die zu addiren, oder abzuziehen ſind; wenn man nun Beobachtungen in genugſamer Anzahl genommen hat, damit die zweene Punkte der größten Gleichung, ſich unter ihnen befinden, ſo wird der größte Unterſchied der addirt, und der größte der abgezogen werden muß, durch ihren Zuſatz, das Doppelte der größten Gleichung der Bahn geben.

503. Wenn man die größte Gleichung, durch die Beobachtung gefunden hat, und hieraus die Eccentricität ſchließen will, ſo iſt der bequemſte Weg die Regel Falſi anzubringen, oder die Eccentricität die man ſucht, gleich als bekannt anzunehmen, um dadurch die größte Gleichung zu erhalten (497). Findet ſich nun dieſe zu groß, ſo verringert man die angenommene Eccentricität, und fängt die Rechnung vom neuen an; dieſe Methode, die Eccentricität vermittelſt der größten Gleichung zu beſtimmen, iſt oft weit bequemer, als die, welche Kepler gebraucht hat, die Eccentricität des Mars zu finden (468).

504. Die Methode der ich mich, die Eccentricität des Merkurs zu beſtimmen, bedient habe, beſtehet darinnen, daß ich den Ort der Sonnenferne als bekannt anneh-

annehme (508); alsdenn ſind zwo Beobachtungen, die ohngefähr eine halbe Umlaufszeit von einander entfernt ſind, und von der Sonnenferne oder Sonnennähe am weiteſten abſtehen, hinreichend, die Eccentricität zu finden. Denn, wenn man den Ort der Sonnenferne wohl kennt, ſo hat man zwo wahre Anomalien die genugſam bekannt ſind; dieſe verwandelt man in mittlere Anomalien; welche nicht genau richtig ſeyn können, wofern die Eccentricität nicht zuverläßig bekannt iſt; wenn demnach der Unterſchied der beyden gefundenen mittlern Anomalien, demjenigen nicht gleich iſt, der aus dem Zwiſchenraume beyder Beobachtungen gefunden worden, ſo folgt der Schluß daraus, daß die hierbey gebrauchte Eccentricität unrichtig iſt, und nun nimmt man eine andre an. Durch ähnliche Verſuche gelangt man endlich dahin, diejenige Eccentricität zu finden, welche den beyden erwählten Beobachtungen genug thut.

505. Die weiteſten Entfernungen des Merkurs und der Venus, oder größten Digreßionen von der Sonne, werden auch zu Erfindung der Eccentricität gebraucht; wenn die Erde in B iſt, (fig. 50) und Merkur in ſeiner weiteſten Entfernung in C, und in ſeiner Sonnenferne iſt, ſo kann man, wenn der Winkel SBC ſorgfältig beobachtet worden, den Abſtand der Sonnenferne SC des Merkurs von der Sonne hieraus beſtimmen. Bey einer andern weiteſten Entfernung, wo Merkur ſich in der Sonnennähe befin-

	Eccentricitäten	Gleichungen		
☿	7960	23°	40′	49″
♀	510	0	48	30
☉	1680	1	55	32
♂	14208	10	41	47
♃	25277	5	34	1
♄	53210	6	23	19
☽	0,0547	6	18	32

beſindet, verfährt man auf ähnliche Art, und findet ebenfalls den Abſtand ſeiner Sonnennähe; der Unterſchied beyder Abſtände, iſt die doppelte Eccentricität. Ich habe dieſe Methode in meiner Theorie des Merkurs angewandt. (Mémoires Academ. 1767. p. 544). Die vorſtehende Tafel, iſt der Schluß aus allen meinen Berechnungen der Planeten, die mittlere Weite der Erde von der Sonne wird darinnen 100 000 angeſetzt, ausgenommen für den Mond, deſſen mittlere Weite für die Einheit angenommen iſt.

Beſtimmung der Sonnenferne.

506. Die Sonnenferne eines Planeten, kann durch verſchiedene Wege beſtimmt werden: folgender iſt der gerade zu führende, der vornehmlich bey der Sonne genommen worden, aber auch bey den obern Planeten dienlich ſeyn kann. Wenn man verſchiedene Beobachtungen eines Planeten hat, die in verſchiedenen Punkten ſeiner Bahn gemacht, und auf die Sonne reduciret worden, ſo muß man diejenigen ausſuchen, welche zwo heliocentriſche Längen geben, die einander gerade entgegen geſetzt ſind; und wenn die Zeiten dieſer Beobachtungen genau um die halbe Umlaufszeit von einander unterſchieden ſind, ſo iſt man verſichert, daß von den beyden Beobachtungen, eine in die Sonnenferne, die andere in die Sonnennähe trifft; wenn man nun von einer großen Anzahl Beobachtungen immer zwey und zwey mit einander vergleicht, ſo kann es nicht fehlen, diejenigen auszufinden, welche die Oerter der Sonnenferne und Sonnennähe anzeigen werden.

Es ſey eines Planeten Sonnenferne in A (fig. 58), und die Sonnennähe in P, der Theil der Ellipſe ABP, iſt dem Theile AFP gleich, jeder von dieſen, iſt wäh-

rend einer halben Umlaufszeit durchlaufen worden, zum Beyſpiel in 182 Tagen 15 St. 7′ 40″ wenn von der Sonne die Rede iſt. Wir nehmen hier die anomaliſtiſche Umlaufszeit (515), das iſt in Anſehung der Erdferne; man würde aber in der erſten Näherung der Rechnung, mit der tropiſchen Umlaufszeit (454) zufrieden ſeyn, da man die Sonnenferne, während einer halben Umlaufszeit, für unverändert annimmt.

Nimmt man nun einen andern beliebigen Punkt D, mit dem ihm entgegengeſetzten Punkte E, ſo wird der Theil DFE der Ellipſe, weniger Zeit erfodern, als der Theil EBD, weil der erſte die Sonnennähe enthält, oder die Gegend, wo die Bewegung des Planeten am geſchwindeſten iſt, da gegentheils der Theil EBD, in welchen ſich die Sonnenferne befindet, durch eine Bewegung durchlaufen werden muß, die langſamer iſt, und mehr Zeit erfodert.

Weil demnach die Punkte A und P der großen Axe, die einzigen ſind, welche in Anſehung des Brennpunktes der Ellipſe, einander gerade entgegengeſetzt ſind, ſo beſtimmen ſie auch zweene gleiche Zeiträume; man kann daher verſichert ſeyn, die Stellen der beyden Endpunkte der großen Axe zu kennen, wenn man zwo Längen findet, die wegen ihrer gerade entgegengeſetzten Lage, wie A und P, ſich auch auf die entfernten Zeiten eines halben Umlaufes beziehen, oder auf die Hälfte der Zeit, die der Planet nöthig hat, um wiederum an eine von dieſen Stellen zu gelangen; es iſt dahero genug, aus der Anzahl der Planetenbeobachtungen zwey ſolche auszuleſen, die dieſe doppelte Bedingung zugleich erfüllen. Dieſe Art den Ort der Sonnenferne eines Planeten zu beſtimmen, hat Kepler zuerſt gebraucht, und in ſeinem Buche de Stella Martis beſchrieben.

507. Die

507. Die Sonnenferne läßt ſich auch finden, wenn man zwo Beobachtungen nimmt, von welchen eine gegen die Sonnenferne oder Sonnennähe, die andre aber gegen die mittlern Weiten gemacht worden, nur wird hierbey die genaue Beſtimmung der Gleichung des Mittelpunktes vorausgeſetzt; denn wenn man den Ort der Sonnenferne annimmt, und verwandelt die beyden wahren Anomalien, die daraus folgen, in mittlere Anomalien, ſo wird man den Unterſchied nicht erhalten, welcher der anders woher ſchon bekannten mittlern Bewegung gleich ſeyn ſollte, wenn die Sonnenferne nicht recht angenommen worden.

508. Die dritte Art den Ort der Sonnenferne eines Planeten zu finden, dient nur für den Merkur und die Venus; ich habe dieſe in den Mémoires de l'Academ. für 1766 bey dem Vortrage meiner Theorie des Merkurs bekannt gemacht, und kann hierdurch den Ort der Sonnenferne des Merkurs, ſo wohl für die aller älteſten Zeiten, als für die in welchen wir leben, beſtimmen. Ich ſetze dabey voraus, daß man die größte Digreſſion des Merkurs von der Sonne, in der Zeit, da er in mittler Weite von ihr abſtehet, beobachtet habe, und daß die Weite oder der Radius Vector ſich ſehr ſchnell verändere; kennt man ſchon die mittlere Entfernung, und die Eccentricität, ſo läßt ſich der Ort leichtlich berechnen, in welchen man die Sonnenferne zu ſtellen hat, damit der Radius in welchen ſich der Planet befindet, ganz genau die Länge habe, welche der beobachteten Digreſſion zukommt.

Es ſey F (fig. 58) der Ort des Merkurs in ſeiner mittlern Weite, von der Erde T nach der Linie TF geſehen, welche die Bahn deſſelben berühret; die weiteſte Entfernung oder Digreſſion iſt alsdenn der Win-

kel STF, und der Abſtand von der Sonnenferne der Winkel ASF. Wenn der Ort der Sonnenferne, in den Tafeln der wir uns bedienen, nicht richtig angegeben wäre, ſo daß die Sonnenferne in C angezeigt ſtünde, ſo würde durch den Fortgang des Punktes C in A, die Linie SF in SG kommen, und die Digreſſion des Merkurs würde dem Winkel STG gleich ſeyn, folglich größer als die Entfernung STF; hat man alſo, durch die Rechnung aus den Tafeln, eine zu kleine Digreſſion gefunden, ſo darf man nur die Sonnenferne dem Orte der Beobachtung nähern, indem man immer den Merkur in eben der Länge, oder auf eben der Linie SF verbleiben läßt, oder eben dieſelbe mittlere Länge beybehält.

Den 24ten May 1764 um 8 Uhr 7′ 50″ mittlere Zeit, habe ich die Länge des Merkurs aus der Beobachtung gefunden 2 Z 26° 50′ 35″, er war damals in ſeiner größten Digreſſion, 22° 51′ 12″ von der Sonne, unſre Geſichtslinie berührte ſeine Bahn in der mittlern Weite, gegen 9 Z. 8° der Anomalie; ich berechnete dieſe Länge aus Halleys Tafeln, und fand ſie um 1′ 14″ zu groß; nachdem ich aber in dieſen Tafeln, die Länge der Sonnenferne um 14′$\frac{1}{2}$ vermehrte, ohne die Länge des Merkurs zu verändern, ſo wurde die Anomalie kleiner, desgleichen der Radius Vector, auch die Digreſſion des Merkurs wurde geringer, und die Länge des Merkurs ſtimmte mit der Beobachtung überein (Mémoir. Acad. 1765. p. 458). Hieraus ergiebt ſich, daß in Halleys Tafeln, die Länge der Sonnenferne zu kleine iſt, ich habe ſie dahero, in meinen Tafeln um 10′ vermehret, und ſie für 1764 von 8 Z. 13° 49′ 30″ angeſetzt. Nach eben dieſer Art habe ich 16 alte Beobachtungen des Merkurs, die in des Ptolomäus Almage-

mageſtum angezeigt ſind, berechnet, und gefunden, daß viele Grade von dem Orte der Sonnenferne, den die Tafeln für dieſe Zeit geben, abgezogen werden müſſen.

Die Art, wie die drey Elemente einer Planetenbahn zugleich verbeſſert werden können.

509. Wir haben die Wege, denen man zu Erfindung der Gleichung und Beſtimmung der Sonnenferne und Sonnennähe eines Planeten folgen kann, einzeln vorgeſchrieben (498. 506); wir wollen nunmehro das Weſentliche hiervon, in Verbindung bringen, und daraus die Art herleiten, wie aus drey Beobachtungen, die drey Elemente einer Planetenbahn, nämlich die Eccentricität, der Ort der Sonnenferne, und die Epoche des mittlern Ortes welche nothwendig daraus folget, zu finden ſind; ich ſetze hierbey voraus, daß die drey Beobachtungen auf die Sonne reducirt, und auf die Bahn des Planeten ſelbſt berechnet worden, auch daß die Elemente ſchon ohngefähr bekannt ſind.

Um die eigentliche Beſchaffenheit dieſer Methode recht faßlich zu machen, muß ich hier drey Stücke nochmals in Vorſtellung bringen, welche allen denen, die ſich mit aſtronomiſchen Rechnungen beſchäfftigen, wohl bekannt ſeyn müſſen; 1) Die Gleichung der Bahn, iſt die größte mögliche, gegen drey Zeichen und etliche Grade der mittlern Anomalie, alsdenn iſt ihr Werth ein Größtes; ſie nimmt im Fortgange von einem Grade zum andern kaum einigen Zuwachs an, ſo daß alsdenn die mittlere Anomalie größer oder kleiner ſeyn kann, ohne daß dadurch die Gleichung einige Veränderung annimmt; in ſolchen Fällen alſo, kann man

ſich in dem Orte der Sonnenferne irren, ob ſich gleich bey der Gleichung, und bey der berechneten Länge kein Fehler zeigt: 2) die Gleichung der Bahn, oder der Unterſchied zwiſchen der mittlern und wahren Länge, muß von der Sonnennähe bis zur Sonnenferne addiret werden, das geſchieht in den ſechs letzten Zeichen der Anomalie; ſie wird alsdenn zur mittlern Länge addirt, um die wahre Länge zu erhalten; von der Sonnenferne aber, zur Sonnennähe muß ſie abgezogen werden, man zieht nämlich die Gleichung von der mittlern Länge ab, um die wahre Länge zu bekommen: 3) die mittlere Bewegung eines Planeten während einer oder zwo Umlaufszeiten, iſt ſattſam bekannt, daß man ſie allezeit für richtig beſtimmt annehmen kann; denn die mittlern Bewegungen, werden durch Vergleichung mit den allerälteſten Beobachtungen gefunden; dahero kann ſich in dem Zeitraume von etlichen Jahren kein merklicher Fehler einſchleichen; daraus folgt, daß ein Irrthum der in der Epoche, oder in der mittlern Länge eines Planeten, bey einem von den Punkten ſeiner Bahn entdecket worden, durchgängig merklich bleibt, er iſt nämlich immer eben derſelbe, in allen andern Punkten, er verbindet ſich nur mit den Fehlern, die von den andern Elementen herkommen, ohne daß dieſer Fehler der Epoche, für ſich ſelbſt betrachtet, verſchieden ſeyn ſollte.

510. Wenn man zwo Beobachtungen hätte, die genau in den mittlern Weiten angeſtellet worden, oder in drey Zeichen, und in neun Zeichen der mittlern Anomalie, ſo würden ſich durch dieſe beyden Beobachtungen 1) die Epoche der mittlern Bewegungen 2) die Gleichung des Mittelpunktes, leichtlich verbeſſern laſſen: Denn, wenn die Gleichung des Mittelpunktes richtig iſt, oder, wenn diejenige die bey Berechnung

der Tafeln gebraucht worden, zuverläßig iſt, ſo kann zwiſchen der Rechnung und der Beobachtung kein anderer Unterſchied ſtatt finden, als der, welcher durch die Epoche der mittlern Bewegungen veranlaßet wird, weil der Ort der Sonnenferne, in die Berechnungen, die gegen die mittlern Weiten genommen worden, keinen Einfluß hat: wenn ſich auch kein anderer Fehler erzeiget, als der von der Epoche, ſo wird dieſer in den beyden Beobachtungen gleich ſeyn, weil wir die mittlere Bewegung als genau bekannt annehmen; wenn demnach der Irrthum der Tafeln, in drey und neun Zeichen der Anomalie gleich befunden wird, ſo iſt dieſes eine Beſtätigung, daß die Gleichung des Mittelpunktes richtig iſt; und daß der Fehler in beyden Rechnungen nur allein von der Epoche der Länge herſtammt, die nicht richtig angegeben worden.

511. Wenn die Gleichung des Mittelpunktes auch irrig iſt, ſo wird der Fehler größer oder kleiner ſeyn, weil bey drey Zeichen der Anomalie, die Gleichung des Mittelpunktes, von der mittlern Länge abgezogen wird, um die wahre zu finden, bey neun Zeichen aber wird ſie addirt; ſo muß demnach in einer von den beyden Beobachtungen, der Fehler der Gleichung des Mittelpunktes, den Fehler der Epoche vergrößern, und in der andern Beobachtung verkleinern: hierdurch wird der ganze Fehler in einer Beobachtung größer als in der andern ſeyn, und zwar ſo viel, als der doppelte Fehler beträgt, der in der Gleichung des Mittelpunktes vorgefallen.

512. Wenn zum Beyſpiel, der Fehler der Epoche — 5′ iſt, oder daß ſich in der Epoche der Tafeln 5′ zu viel finden; und wenn der Fehler der größten Gleichung — 2′ iſt, ſo werden ſich dieſe beyden Fehler bey 9 Zeichen

der mittlern Anomalie häufen, weil da die Gleichung addirt wird, ſo daß man 2′ zu viel addirt hat, wegen der Gleichung die zu groß iſt, und 5′ zu viel, wegen der Epoche die zu weit fortgeruckt iſt; folglich wird die berechnete Länge 7′ zu viel haben. Hingegen wird man bey 3 Zeichen der Anomalie nur 3′ zu viel haben, oder der Irrthum der Tafeln, wird nur 3′ betragen, weil die Gleichung die um 2′ zu groß iſt, abgezogen wird, und man in dieſem Falle 2′ zu viel davon genommen hat; und da die Epoche 5′ mehr hat als ſie haben ſoll, ſo bleiben nur 3′ irrig. Der Unterſchied zwiſchen dieſen beyden Fehlern der Tafeln 7′ und 3′ iſt demnach 4′, und dieſer Unterſchied in zween Theile getheilt, giebt 2′ für den Fehler der Gleichung des Mittelpunktes. Hierdurch kann man den Fehler der Gleichung, und der Epoche entdecken; und den Fehler der Sonnenferne, wird man leicht finden können, wenn man alſobald eine Beobachtung, die der Sonnenferne nahe iſt, verbeſſert, ſo daß dabey kein andrer Unterſchied bleibt, als der von dem Fehler herrührt, welchen man in der Stellung der Sonnenferne begangen.

513. Sollten auch die drey ausgewählten Beobachtungen, nicht genau in die von uns angezeigten Punkte fallen, ſo wird es durch einige Veränderungen, die bey jedem von den drey Elementen gemacht worden, dennoch leicht ſeyn, die nöthigen Größen auszufinden, die den drey Beobachtungen genugthun. Man ſehe hiervon meine Aſtronomie art. 1293.

514. Aus dem Geſetze des Anziehens kann bewieſen werden, daß die Stellen der Sonnenferne und Sonnennähe der Planeten, nicht beſtändig in einem Punkte des Himmels verbleiben, und die Beobachtungen, vornehmlich des Mars beſtätigen daſſelbe auf

eine

eine unleugbare Art. Nachdem ich alle alte und neue Beobachtungen mit der größten Sorgfalt unterſucht habe, finde ich den Fortgang der Sonnenferne in hundert Jahren, wie beygeſetzte Tafel zeigt;

	Länge der Sonnenferne 1750.	Secularbewegung der Sonnenferne.
Merkur	8 Z. 13° 33′ 3″	1° 57′ 40″
Venus	10 8 13 0	4 10 0
Erde	9 8 38 4	1 49 10
Mars	5 1 28 24	1 51 40
Jupiter	6 10 22 31	1 43 20
Saturn	8 29 53 30	2 23 20

wenn die große Axe der Ellipſe eine unveränderliche Länge hätte, oder keine andere Veränderung in der Länge annähme, als die, welche von dem Vorrücken der Nachtgleichen herkömmt, die auch nur ſcheinbar iſt, ſo würde jedem Planeten nur 1° 23′ 14″ zu kommen.

515. Der Umlauf eines Planeten, in Vergleichung auf ſeine Sonnenferne, die Zeit die er anwendet um wieder dahin zu kommen, oder der Zwiſchenraum von einem Durchgange durch ſeine Sonnenferne, bis zum folgenden Durchgange, heißt der anomaliſtiſche Umlauf, weil die Anomalie bey jedem Durchgange durch die Sonnenferne, wiederum anfängt: Dieſer anomaliſtiſche Umlauf, iſt etwas länger, als der Umlauf in Vergleichung auf die Nachtgleichen, weil die Bewegung der Sonnenferne nach der Ordnung der himmliſchen Zeichen fortgehet.

Wenn der Ort der Sonnenferne der Erde, unveränderlich feſte am Himmel wäre, ſo würde der anomaliſtiſche Umlauf, dem ſideriſchen Umlaufe gleich

ſeyn, der im vorigen beſtimmt worden (321); weil aber die Erdferne der Sonne, eine kleine Bewegung nach der Ordnung der Zeichen hat, wie die Beobachtungen ſowohl, als die Theorie anzuzeigen ſcheinen, ſo muß man zweene Durchgänge des Planeten, durch ſeine Sonnenferne vergleichen, nicht aber zwo Wiederkünfte zu einem Sterne, auch nicht zweene Durchgänge durch die Nachtgleiche (454); ſolchergeſtalt wird der anomaliſtiſche Umlauf der Sonne 365 Tage 6 St. 15′ 20½″ gefunden werden, und um 6′ 9″ größer, als der ſideriſche Umlauf ſeyn.

Von den Knoten, und den Neigungen der Planetenbahnen.

516. Wenn ein Planet, von der Erde geſehen, keine Breite hat, ſo kann er auch keine haben aus der Sonne geſehen, er ſteht alsdenn in ſeinem Knoten, weil er ſich in der Fläche der Ekliptik befindet; man darf dahero nur die geocentriſche Länge des Planeten, zu der Zeit, da er keine Breite hat, beobachten, ſo kann man daraus ſeine aus der Sonne geſehene Länge ſchließen (442), und dieſe wird den Ort des Knoten geben.

Man kann auch zur Unterſuchung der Stelle des Knoten, Beobachtungen gebrauchen, die in gleichen Weiten von den Knoten gemacht worden, da die heliocentriſche Breite eines Planeten, von eben der Größe geweſen, denn die Mitte zwiſchen denen, in dieſen beyden Fällen gefundenen heliocentriſchen Längen, wird der Ort des Knoten ſeyn, indem man ihn, in dem Zeitraume zwiſchen den beyden Beobachtungen als unverändert annimmt.

517. Die Knoten des Merkurs, und der Venus, werden aus ihren Durchgängen durch die Sonne beſtimmt, weil dieſe ſich nothwendig ſehr nahe bey den Knoten ereignen (737).

518. Seitdem die Knoten der Planeten, mit Sorgſalt beobachtet worden, hat man wahrgenommen, daß ſie alleſammt eine rückgängige Bewegung haben, die zwar in Zeit von etlichen Jahren unmerklich iſt, aber doch in dem Zeitraume von einem Jahrhundert, den Sternkündigern nicht hat verborgen bleiben können; dieſe Bewegung iſt eine nothwendige Folge von der anziehenden Kraft der andern Planeten, wie ich dieſes ſehr umſtändlich in dem Mémoire von 1758 und 1761 gezeigt habe; ich werde die Gründe hiervon anführen, wenn ich die Wirkungen der anziehenden Kraft erklären werde (1062). Die Größe dieſer Bewegung, iſt nach meinen neuen Tafeln, mit den Oertern der Knoten für 1750 hier beygefügt.

	Knoten für 1750				Jährliche Bewegung
Merkur	1 Z.	15°	21′	15″	45″
Venus	2	14	26	18	31
Mars	1	17	36	30	40
Jupiter	3	8	16	0	60
Saturn	3	21	31	17	30

519. Die Bewegung des Knoten eines Planeten, iſt die Folge der anziehenden Kraft aller andern Planeten, denn es iſt keiner unter ihnen, der nicht ſollte auf die Knoten aller andern, mehr oder weniger Wirkung zeigen. Weil aber dieſe Bewegung, gleichförmig auf der Bahn des Planeten iſt, der ſie macht, und

und in unſern Tafeln auf die Fläche der Ekliptik verglichen werden muß, ſo iſt nöthig, alle dieſe Bewegungen, die auf verſchiedenen Bahnen gemacht werden, dahin zu bringen, um daraus eine einzige Bewegung in der Ekliptik zu machen; durch dieſe Reduction wird der Knoten des Jupiters rechtläufig; denn er iſt natürlicher Weiſe rückgängig auf der Bahn des Saturns, der hiervon die vornehmſte Urſache iſt; er wird aber rechtläufig, wenn man ihn auf die Ekliptik vergleicht; ich will hier die Gründe dieſer Veränderungen erklären, durch welche ich die Urſache der Erſcheinungen, in den Bahnen der Nebenplaneten des Jupiters habe entdecken können, die bisher unerforſchlich geſchienen haben.

520. Es ſey CB (Fig. 59.) die Ekliptik, CA die Bahn des Jupiters, BA die Bahn des Saturns; der Knoten des Jupiters ſey in C, und der des Saturns in B, der Unterſchied CB beträgt 13° 15′. Die Neigung C der Bahn des Jupiters iſt 1° 19′, und die Neigung B, der Bahn des Saturns iſt 2° 30′. Wenn man das Dreyeck CBA auflößt, ſo findet man AC von 26° 41′, und den Winkel A oder die Neigung der Bahn des Jupiters gegen die Bahn des Saturns 1° 15′. Durch die natürliche Wirkung des Anziehens, die Saturn auf den Jupiter bringt, muß der Durchſchnittspunkt A, der Bahn des Jupiters, mit der Bahn des Saturns, rückgängig werden, auf einem der Bewegung des Jupiters gegenſeitigen Wege, wie dieſes in der Lehre von der anziehenden Kraft erklärt werden wird; der Winkel aber, den beyde Bahnen machen, wird durch die Bewegung des Knoten nicht verändert; es wird demnach der Knoten von A in a gehen, und die Bahn des Jupiters AC, wird

ſich in die Stellung ac ſetzen, ohne daß der Winkel A einige Veränderung leiden wird, die Kreiſe AC, und ac werden in ihren nahe liegenden Theilen von Aa parallel bleiben, und ihr Durchſchnitt D wird vom Punkte A 90° entfernt ſeyn. Das Dreyeck ABC wird ſich alſo in das Dreyeck aBc verwandeln, weil die Winkel A und B unverändert bleiben; und der Knoten C der Bahn des Jupiters auf der Ekliptik, wird in c gehen; er hat dahero eine rechtläufige Bewegung Cc, obgleich die Bewegung Aa rückgängig geweſen.

521. Obgleich alſo die Wirkung der einen Planeten auf die andern, in den Knoten eine rückgängige Bewegung auf der Bahn des wirkenden Planeten, oder des Planeten, der durch ſeine anziehende Kraft, dieſe Bewegung verurſacht, hervorbringt; ſo wird dem ohngeachtet die Bewegung der Knoten auf der Ekliptik bisweilen rechtläufig, oder nach der Ordnung der Zeichen, wie in dem Falle des Knoten des Jupiters, von welchem wir geredet. Es geſchiehet überhaupt, wenn des wirkenden Planeten Neigungswinkel B, größer iſt, als der Winkel C des leidenden Planeten, daß die Bewegung des Knoten des letztern, rechtläufig in der Ekliptik iſt. Im andern Falle, kömmt der Punkt A zur Rechten des Punktes C, das iſt, auf die andre Seite von C in Anſehung des Punktes B in der Figur; und wenn die Bewegung des Knoten A gegen Abend geſchiehet, ſo wird die Bewegung Cc in der Ekliptik CB gleichfalls rückgängig.

Von den Neigungen.

522. Die Neigung eines Planeten, iſt der Winkel, den die Ebene ſeiner Bahn, mit der Ebene der Ekli-

Ekliptik macht (427); wenn die heliocentriſche Breite (438) dieſes Planeten 90° von ſeinen Knoten genommen wird, ſo iſt ſie dieſer Neigung gleich, weil alsdenn der Planet eben ſo weit von der Ebene der Ekliptik abſtehet, als die Neigung betragen kann. Um alſo die Neigung einer Bahn zu finden, darf man nur die Breite des Planeten, wenn ſie 90° von den Knoten entfernt iſt, beobachten, und dieſe beobachtete oder geocentriſche Breite, auf die heliocentriſche oder aus der Sonne geſehene Breite reduciren.

523. Weil aber dieſe letztere Reduction, die Parallaxe der Erdbahn als bekannt vorausſetzt, ſo ſucht man dieſe Bedingung durch folgende Methode zu vermeiden.

Man erwählt die Zeit, da die Sonne im Knoten des Planeten ſteht, da ſie uns nämlich in eben der Länge erſcheint, als der Planet, wenn dieſer in ſeinem Knoten iſt, weil alsdenn die Erde in T in der Linie der Knoten NST ſteht(Fig. 60.), hierdurch wird die Rechnung der Neigung ſehr erleichtert. Wir wollen anfänglich annehmen, daß ſich der Planet, zu der Zeit, im Punkte A ſeiner Bahn befinde, und daß man eine ſenkrechte Linie AB auf die Ebene der Ekliptik, oder auf die bis zum Planeten ausgedehnte Erdbahn, fälle; daß die Linie TB, die ſeinen auf die Ekliptik gebrachten Ort bezeichnet, rechtwinklicht auf der Linie TSN ſey, in welcher ſich der Knoten und die Sonne befindet; weil nun der Elongationswinkel BTS von 90° iſt, ſo ſind die Linien AT und BT ſenkrecht auf dem gemeinſchaftlichen Durchſchnitt TN, die eine in der Ebene der Bahn, die andre in der Ebene der Ekliptik; ſie machen dahero miteinander eben den Winkel, als die beyden Ebenen, nämlich einen Winkel,

der der Neigung gleich iſt, die man ſucht (425): es iſt aber der Winkel ATB die Breite ſelbſt, des von der Erde geſehenen Planeten (427); dahero wird die beobachtete Breite, ſelbſt die Neigung der Bahn ſeyn.

Es geſchiehet aber ſelten, daß ſich dieſe beyden Umſtände zugleich darbieten, daß nämlich die Sonne im Knoten, und der Planet 90° von ihr ſteht; auſſerdem kömmt dieſe letztere Bedingung auch nur bey den obern Planeten vor, wir haben dahero eine allgemeinere Regel nöthig, durch welche die Neigungen beſtimmt werden können.

524. Ich will annehmen, man habe die Breite eines Planeten, von der Erde geſehen, beobachtet, ſie ſey welche ſie wolle, wenn nur die Sonne im Knoten oder nahe dabey ſteht; es ſey P der Planet in jedem Punkte P ſeiner Bahn, die Erde muß hierbey allezeit in T, in der Linie der Knoten TSN ſeyn; man fälle die ſenkrechte Linie PL von der Bahn des Planeten, auf die Ebene der Ekliptik, von den Punkten P und L ziehe man rechtwinklicht auf den gemeinſchaftlichen Durchſchnitt beyder Ebenen die Linien PR und LR; der Winkel PRL den dieſe beyden ſenkrechten Linien machen, wird dem Winkel der beyden Ebenen gleich ſeyn, oder der Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ekliptik (425); der Winkel LTP wird der geocentriſchen Breite des Planeten gleich ſeyn, und der Winkel RTL der Elongation des Planeten (442); alsdenn wird die bekannte Eigenſchaft der geradlinichten Dreyecke, dergleichen RTL und PTL ſind, die in R und L rechte Winkel haben, folgende Proportionen geben:

$$\left.\begin{array}{l} TL : RL :: R : \text{Sin. } RTL \\ TL : PL :: R : \text{Tang. } LTP \end{array}\right\} \begin{array}{l} \text{folglich} \\ RL : PL :: \text{Sin. } RTL : \\ \text{Tang. } LTP. \end{array}$$

In

In dem Dreyeck PRL aber, das rechtwinklicht in L iſt, hat man dieſe Proportion RL : PL :: R : Tang. PRL; vergleicht man nun die dritte Proportion mit dieſer leztern, ſo folgt, daß Sin. RTL : Tang. LTP :: R : Tang. PRL, das iſt: der Sinus der Elongation iſt zum Halbmeſſer, wie die Tangente der beobachteten geocentriſchen Breite, zur Tangente der Neigung.

Exempel. Den 12ten Jenner 1747 um 6 Uhr 6′ 33″ des Morgens, beobachtete de la Caille die Länge des Saturns 6 Z. 26° 12′ 52″, und ſeine nordliche Breite 2° 29′ 18″, die Sonne ſtund damals 9 Z. 21° 47′, das iſt, im Knoten des Saturns, oder wenigſtens war ſie nach Caſſinis Tafeln nicht weiter als 12′ davon entfernt, welches keinen merklichen Fehler in die daraus zu ziehende Folge bringen kann. Wendet man nun die vorige Verhältniß auf dieſe Beobachtung an, ſo findet ſich die Neigung der Bahn des Saturns 2° 29′ 45″ (Mémoir. academ. 1747. pag. 135.).

525. Wenn man den Ort des Knoten eines Planeten, vermittelſt zwoer gleichen Breiten (516) beſtimmt, es mögen dieſe Breiten vor oder nach dem Durchgange eines Planeten durch ſeine Gränzen, oder ſie mögen vor oder nach dem Durchgange durch ſeinen Knoten beobachtet worden ſeyn, ſo können eben dieſe Beobachtungen zugleich dienen, nicht nur den Knoten, ſondern auch die Neigung der Bahn zu beſtimmen; denn in dem Kugeldreyeck PAL, das rechtwinklicht in L iſt (Fig. 49.), kennt man die Seiten LA und PL, nämlich die Weite vom Knoten, und die aus der Sonne geſehene Breite; der Winkel A wird

wird geſucht, und die wahre Neigung der Bahn wird dadurch gefunden werden.

526. Dieſe Methode, die zugleich die Neigung und den Knoten eines Planeten, aus zwey beobachteten gleichen Breiten beſtimmen lehrt, iſt nicht ſo genau als diejenige, durch welche beyde Stücke beſonders gefunden werden, indem man ſich einer Beobachtung bedient, die im Knoten gemacht worden, um den Knoten daraus zu beſtimmen, und einer andern, die in einer von den Gränzen gemacht worden, um die Neigung der Bahn zu erhalten. Denn wenn die beyden übereinſtimmenden Beobachtungen nahe am Knoten ſind, ſo geben ſie die Neigung der Bahn nicht wohl an; weil alsdenn die Breite geringe iſt, und weil man durch eine kleine Größe eine andre, die viel größer iſt, nicht richtig beſtimmen kann; hingegen, wenn die beyden Beobachtungen zu weit vom Knoten entfernt ſind, ſo ſind ſie wenig brauchbar, die Lage deſſelben zu beſtimmen, weil der geringſte Fehler in der Breite, deren Veränderung von einem Tage zum andern wenig merklich iſt, einen großen Fehler bey dem Knoten veranlaſſet.

527. Ich habe geſagt, daß die anziehende Kraft eines jeden Planeten, die Knoten aller andern Planeten, auf ſeiner Bahn rückgängig macht (519), und daß die Wirkung dieſer Bewegung darinnen beſteht, alle Bahnen in andre Stellungen zu bringen; ſo kann es nicht fehlen, daß daraus eine Veränderung in ihren Neigungen gegen die Ekliptik erfolgen muß. Es ſey CB die Ekliptik (Fig. 59.), AB die Bahn des Saturns, AC die Bahn des Jupiters, Aa die Bewegung des Knoten vom Jupiter, auf der Bahn des Saturns; dieſe Bewegung des Knoten, geſchiehet

 ohne

ohne einige Veränderung des Winkels A, oder der gegenſeitigen Neigung beyder Bahnen; das Dreyeck ABC verändert ſich in ein Dreyeck aBc; die Winkel A und B bleiben unverändert, aber der Winkel C fällt weg, und der Winkel c iſt kleiner oder größer als der Winkel C. Wenn zum Beyſpiel, die Bewegung des Knoten des Mars, durch die Wirkung des Jupiters jährlich 14″, 2 auf der Bahn des Jupiters beträgt (Mémoir. 1758. pag. 261. 1761. pag. 404.), der Winkel B die Neigung des Jupiters 1° 19′, und die Weite BC von ihren Knoten 50° 22′ iſt, ſo wird man durch die Veränderung des Winkels C, 24″, 8 für ein Jahrhundert finden.

Dieſe Wirkung, die von Jahrhundert zu Jahrhundert fortgehet, wird in der Folge einen großen Unterſchied in den Neigungen der Bahnen machen, und es ſind ſchon mehr als 8 Minuten ſeit den Zeiten des Ptolomäus, eine Größe, die man nicht als unbeträchtlich anſehen kann, wenn verſchiedene Beobachtungen, verglichen werden ſollen, die aber auch die Berechnungen der anziehenden Kraft alleine wenigſtens für jetzt anzeigen könnten. Ueberhaupt ſind dieſe Veränderungen bey den Nebenplaneten des Jupiters merklich, wo ſie beſondere Abwechſelungen verurſachen, von welchen vor mir niemand die Erklärung finden konnte, die doch zu wiſſen ſehr wichtig war.

528. Um zu erfahren, ob die Neigung eines Planeten zu- oder abnehmen wird, muß die Lage der Knoten betrachtet werden. Es ſey AB (Fig. 59.) die Bahn des wirkenden Planeten, und AC die Bahn des leidenden Planeten, deſſen Knoten von A in a geht; weil die gegenſeitige Neigung beyder Bahnen,

nen, nicht verändert iſt, ſo ſind die Winkel A und a einander gleich, und die Kreiſe A C und a c ſind gegen dieſen Punkt parallel; hieraus folgt, daß ſie einander in einem Punkte D, der 90° vom Punkte A entfernt iſt, begegnen werden; denn zweene größte Kreiſe der Himmelskugel, die 90° weit von ihrem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte betrachtet werden, ſind wenigſtens in einem kleinen Raume merklich parallel; man ſieht aber deutlich, daß in dem Dreyecke D C c, der Winkel D c C viel kleiner iſt, als der Winkel D C E, oder daß in dieſem Falle die Neigung geringer wird, woraus leicht zu ſchließen iſt, daß, wenn der Knoten des wirkenden Planeten, weiter fortgeruckt iſt, als der Knoten des leidenden Planeten, die Neigung des letztern verringert worden iſt, bis der Ueberſchuß ohngefähr 180° beträgt. Dieſe Regel iſt leicht einzuſehen, wenn man ſich die Lagen der verſchiedenen Bahnen, welche die einen in Anſehung der andern haben, in einem Bilde vorſtellig machen will.

Von den Durchmeſſern der Planeten, und den Mikrometern, die zu ihren Abmeſſungen dienlich ſind.

529. Der ſcheinbare Durchmeſſer eines Planeten, iſt der Winkel, unter welchem wir ihn ſehen; ſo ſcheint zum Beyſpiel, die Sonne, zu Anfange des Julius unter einem Winkel von $31\frac{1}{2}'$, und Venus wenn ſie uns am nächſten iſt, nur unter einem Winkel von einer Minute. Dieſe Durchmeſſer nehmen zu, wenn die Weite abnimmt; und weil die Sonne, uns im Winter, ohngefähr um den dreyßigſten Theil näher iſt, als im Sommer, ſo erſcheint

ihr Durchmeſſer im Winter eine Minute und 5 Secunden größer.

Das natürlichſte und leichteſte Mittel, den Sonnendurchmeſſer zu beſtimmen, giebt die, während ihres Durchganges durch den Mittagskreis, angeſtellte Beobachtung der Zeit, die zwiſchen den Durchgängen des erſten und letzten Randes verfließt; wenn dieſe, zwo Minuten Zeit brauchen, ſo iſt erweißlich, daß die Sonne 30′ im Durchmeſſer haben muß, wenn man wenigſtens, ihren Stand im Aequator annimmt. Iſt ſie aber nicht im Aequator, ſo muß die gefundene Größe, durch folgendes Verfahren, das wir jetzt erklären wollen, verringert werden.

530. Lehnſatz. Ein Bogen, der in einem ſehr kleinen ſphäriſchen Winkel, rechtwinklicht auf die Seiten, gezogen worden, iſt dieſem kleinen Winkel multiplicirt durch den Sinus des Abſtandes des Bogens von der Spitze des Winkels, gleich.

Beweis. Wir wollen zweene größte Kreiſe EAD, EBC (Fig. 25.) annehmen, die zwiſchen ſich einen ſehr kleinen Winkel E machen; ED ſey von 90 Grad, ſo daß CD das Maaß des kleinen Winkels E giebt; in einer beliebigen Entfernung von der Spitze E, ziehe man einen Bogen eines größten Kreiſes AF, rechtwinklicht auf EAD, der ſo klein ſeyn muß, daß man ihn für eine gerade Linie anſehen kann, und daß zugleich EF ſcheinbar gleich ſey mit EA; in dem Dreyecke EFA, das in A und in F rechtwinklicht iſt, hat man folgende Proportion, die aus der allergemeinſten Regel der ſphäriſchen Trigonometrie gezogen wird: der Halbmeſſer, iſt zum Sinus der Hypothenuſe EF, wie der Sinus des kleinen Winkels E,

zum

zum Sinus des kleinen Bogens FA, oder wie der Winkel E zum Bogen FA (weil die kleinen Bogen, ihren Sinuſſen gleich ſind), oder wie der Bogen DC zum Bogen FA; nimmt man nun die Einheit für den Halbmeſſer oder Sinustotus an, ſo iſt 1 : Sin. AE :: DC : FA, folglich FA = DC. Sin. AE.

531. Hieraus folgt 1) daß die Weiten FA, DC zwiſchen zweenen Kreiſen, wie die Sinuſſe der Weiten von der Spitze EA, ED ſind; 2) daß ein kleiner Bogen des Aequators, als DC, oder ein kleiner Unterſchied der geraden Aufſteigung, multiplicirt durch den Coſinus der Abweichung AD des Geſtirnes, das man beobachtet, die Wirkung geben wird, die in der Gegend des Bogens daraus entſteht, oder den kleinen Bogen FA, der in dieſer Gegend, zwiſchen den beyden Abweichungskreiſen enthalten iſt. Eben ſo würde es bey den Unterſchieden der Länge ſeyn. Dieſer Satz, wird in der Sternkunſt beſtändig gebraucht.

532. Die ſcheinbaren Durchmeſſer werden größer, wenn ſie ſich uns nähern: ein Gegenſtand, der uns unter einem Winkel von einer Minute erſcheint, wird von zwo Minuten ſcheinen, wenn wir uns ihm auf die Hälfte nähern, dieſes iſt ſo merklich, daß es keiner weitern Erklärung bedarf. Die Durchmeſſer der Planeten, welche man in der Tafel finden wird, die am Ende dieſes Werkes beygebracht iſt, ſind alle auf die Weite reducirt, die von der Sonne auf die Erde iſt, das iſt die Urſache, warum der Durchmeſſer des Jupiters daſelbſt von 3′ 13″ angegeben iſt, ob er uns gleich wirklich nur von ohngefähr 37″ in ſeinen mittlern Weiten erſcheint, weil dieſer Planet allezeit viel weiter von uns entfernt iſt, als die Sonne.

533. Die Planeten, die einen ſehr kleinen Durchmeſſer haben, können nicht wie der Sonnendurchmeſſer, durch die Zeit ihres Durchganges, die hierzu viel zu kurz iſt, gemeſſen werden; zu dieſer Abſicht werden die Mikrometer gebraucht, wovon ich jetzt einen Begriff machen will.

Das Mikrometer *) iſt ein Werkzeug, das aus verſchiedenen Faden beſtehet, die in den Brennpunkt eines Fernrohres geſtellet ſind, um durch ihren Zwiſchenraum die Größe des Bildes zu meſſen, das daſelbſt geſehen wird; den erſten Begriff vom Mikrometer hat Huygens 1659 bekannt gemacht (Syſtema Saturnium, pag. 82.). Nachdem er von den Durchmeſſern der Planeten gehandelt hatte, die von ihm beobachtet worden, ſagt er, daß Riccioli den Durchmeſſer der Venus dreymal größer gefunden habe als er; und um ſeine Beſtimmung zu rechtfertigen, eröffnet er die Art, wie er bey Abmeſſung der Planetendurchmeſſer zu Werke gegangen: was er ohngefähr davon ſagt, folgt hierbey.

„In den Sternröhren, die aus zwey erhabenen „Gläſern beſtehen, findet ſich ein Ort, in welchem je„der Gegenſtand, er mag ſo klein und auch ſo fein „ſeyn als er will, dennoch ſehr deutlich, und ſcharf „begränzet betrachtet werden kann. . . . . . Wenn „in dieſen Brennpunkt anfänglich ein Ring geſtellet „wird, deſſen Eröffnung etwas kleiner als des Augen„glaſes Oeffnung iſt, ſo wird man durch dieſen Ring „das ganze Feld des Sternrohres oder den ganzen „kreisförmigen Raum ſehen, den man am Himmel „wahr-

*) Μικρὸς paruus, weil es gebraucht wird, kleine Winkel zu meſſen, die nicht über einen Grad ſind.

„wahrnimmt, wenn man ihn durch dieſes Sternrohr „betrachtet, und dieſer Raum wird durch einen rich„tigen Kreisumfang begränzet ſeyn, deſſen Durch„meſſer leicht abzumeſſen iſt. Die Penduluhr, die „wir ſeit kurzem erfunden haben, iſt zu dieſer Abſicht „ſehr bequem; man weiß, daß ein Grad der Him„melskugel in 4 Minuten Zeit, durchgehet, oder 1′ „in 4″ Zeit; wenn demnach ein Stern 69″ gebraucht „hat, das Feld des Sternrohres durchzulaufen, ſo „weiß man gewiß, daß dieſes Sternrohr $17\frac{1}{4}$′ faſſet, „und von der Beſchaffenheit iſt dasjenige, deſſen wir „uns bedienen. Man nimmt alsdenn eine oder zwey „kleine Platten oder Bleche, deren Breite nach und „nach kleiner wird; und durchſticht das Rohr in der „Gegend, von welcher wir geſagt haben, auf beyden „Seiten, um daſelbſt die beyden Bleche queer durch„zuſchieben. Wenn man nun den Durchmeſſer eines „Planeten meſſen will, ſo muß man unterſuchen, wie „viel Breite dieſes Blech haben muß, damit es den „Planeten völlig bedecken kann, und wenn dieſe Brei„te mit dem ganzen Durchmeſſer der Eröffnung des „Ringes verglichen wird, das durch einen ſehr feinen „Zirkel geſchehen kann, ſo wird ſie den Durchmeſ„ſer des Planeten in Minuten und Secunden an„zeigen.„

Solchergeſtalt beſtund das Mikrometer des Huygens nur in einem dünnen Bleche, das er auf der Blendung in dem Rohre, oder auf dem Ringe der die Oeffnung umgränzet, fortſchob; dieſes Blech bedeckte durch ſeine Breite das Bild, welches gemeſſen werden ſollte, und gab dadurch den Durchmeſſer deſſelben. Auzout erfand zuerſt 1666 die Art, das Bild zwiſchen zween Fäden, die man einander nähern

konnte, einzuſchränken; Die erſten Beobachtungen, die mit dieſem neuen Werkzeuge gemacht wurden, ſind in Frankreich und England im Druck erſchienen.

534. Seit dieſer Zeit, iſt die Einrichtung der Mikrometer ſehr verbeſſert worden; ſie beſtehen aber alle darinnen, daß ein Faden, in dem Brennpunkte eines Fernrohres, vermittelſt einer Schraube fortgeſchoben werden kann; die Größe dieſer Bewegung oder die Gänge der Schraube werden dadurch beſtimmt, daß man einen weit entfernten Gegenſtand, deſſen Größe man kennt, mit eben dieſen Fäden beobachtet. So erſcheint zum Beyſpiel, ein Gegenſtand, der eine Toiſe lang iſt, in einer Weite von 113 Toiſen geſehen, nothwendig unter einem Winkel von 31′½, wie ſich durch die Trigonometrie erweiſen läßt: wenn man nun die Fäden des Mikrometers, ſo weit von einander entfernt, bis ſie in dem Fernrohre dieſen Winkel oder Raum faſſen, und man nimmt alsdenn wahr, daß eben derſelbe Raum auch den Durchmeſſer der Sonne faßt, ſo iſt man gewiß, daß die Sonne 31½′ im ſcheinbaren Durchmeſſer enthalte.

Bouguer hat im Jahr 1748 gewieſen, wie ein Paar Objectivgläſer zum Mikrometer anzuwenden, er nennt es Heliometre oder den Sonnenmeſſer: es beſteht aus zwey Vordergläſern, die in einem Rohre neben einander geſtellet ſind, und ſich um die Größe des Sonnendurchmeſſers, oder jedes andern Gegenſtandes, welchen man meſſen will, von einander entfernen laſſen.

535. Die aſtronomiſchen Netze werden oft ſtatt der Mikrometer gebraucht; es giebt deren vor-

nehmlich

nehmlich zwo Arten; dieſe ſind das Netz von 45°, und das rautenförmige Netz. Das Feld eines Sternrohres, als der Kreis ACBE (Fig. 61.) iſt ordentlicher Weiſe mit einem runden Loche in einer Platte verſehen, in welchem vier Haare oder vier Fäden ausgeſpannt ſind. Der Faden AB iſt beſtimmt, den Parallelkreis mit dem Aequator oder die Richtung der täglichen Bewegung der Geſtirne vorzuſtellen; der Stundenfaden CE, der auf jenem ſenkrecht ſtehet, ſtellt einen Mittagskreis oder Abweichungskreis vor; und die ſchiefgeſtellten Fäden NO, LM, machen mit beyden erſtern, Winkel von 45 Graden.

Wenn man nun den Unterſchied der geraden Aufſteigung, zwiſchen zwey Geſtirnen meſſen will, um die Stelle eines Planeten vermittelſt der Stelle eines Sternes zu erfahren, ſo wird der Faden AB ſo geneigt, daß das erſte von beyden Geſtirnen, welches durch das Sternrohr gehet, dem Faden folgt und genau auf ihm fortgehet; man beobachtet hierbey die Stunde, Minute, und Secunde, wenn das Geſtirn durch den Mittelpunkt P geht, oder da, wo die Fäden einander durchſchneiden. Wenn hierauf das zweyte Geſtirn ebenfalls ankommt, um durch das Sternrohr zu gehen, ſo beſchreibt es eine andre Linie VFDGR, die mit APB parallel iſt; man bemerkt den Zeitpunkt, wenn es in D ankömmt, das iſt, auf eben den Abweichungskreis CDPE, wo man das erſte Geſtirn in P beobachtet hat, und der Unterſchied der Zeiten giebt den Unterſchied der geraden Aufſteigungen.

Den Unterſchied der Abweichung beyder Geſtirne oder die ſenkrechte Linie PD, die zwiſchen AB und

VR enthalten iſt, zu finden, zählt man auch die Zeittheile, in welchen das zweyte Geſtirn durch F und durch G geht; der Zeitraum in Grade verwandelt, und durch den Coſinus der Abweichung des Geſtirns (531) multiplicirt, giebt den Bogen FDG, deſſen Hälfte FD ſo groß als DP iſt, weil der Winkel FPD 45° geſezet wird. Auf dieſe Art findet man den Unterſchied der Abweichung zweyer Geſtirne, zum Beyſpiel der Venus, wenn ſie vor der Sonne ſteht, indem man den Sonnenrand auf einem von den Fäden, und den Planeten auf dem andern fortgehen läßt, wie die 61ſte Figur zeiget.

536. Bradley hat das rautenförmige Netz ſtatt des Netzes von 45° eingeführet, es iſt auch daſſelbe bey den Sternkündigern am meiſten im Gebrauch; und wird durch eine Raute BEDF (Fig. 62.) ſo gemacht, daß eine Diagonale BD doppelt ſo lang als die andre iſt. Zur Verfertigung deſſelben, ſetzen wir ein Quadrat AGHC voraus, deſſen Seiten AC und GH in zweene gleiche Theile, in D und B getheilt werden. Von dem Punkte B, zieht man in die Winkel A und C, die Linien BA, BC, und von dem Punkte D, in die Winkel G und H, die Linien DG, DH; dieſe vier Linien geben durch ihre Durchſchnitte die Raute BEDF; EF iſt die Hälfte von AC, und folglich die Hälfte von BD; wenn man eine Linie ef parallel ziehet mit der Linie EF, ſo wird die ſenkrechte Linie Bd allezeit der Grundlinie ef gleich ſeyn, wie BD mit AC gleich iſt, oder die Breite eines jeden Theiles dieſer Raute, iſt der Höhe gleich.

537. Wenn man durch dieſes Netz einen Planeten mit einem Sterne vergleichen will, ſo verfährt man

man ſo, daß der erſte von beyden Geſtirnen, durch ſeine tägliche Bewegung, den Raum EF durchläuft, der BM gleich iſt, ſo kennt man alsbald den Werth dieſer Diagonale. Das zweyte Geſtirn wird hernach auch durch das Sternrohr gehen, alsdenn zählt man genau die Zeit, die es nöthig gehabt hat, von e in f zu gehen, dieſe Zeit verwandelt man in Grade, Minuten und Secunden; und wenn man dieſe Grade, durch den Coſinus der Abweichung dieſes Geſtirnes multiplicirt, ſo werden ſie verringert (531), und man erhält die Größe von ef oder Bd, die von BM abgezogen wird, ſo findet ſich Md, welches der Unterſchied in der Abweichung beyder Geſtirne iſt.

538. Es dient auch dieſes Netz zu Vergleichung der Planeten, und Kometen mit den Fixſternen, die ohngefähr einerley Abweichung haben, oder zu Vergleichung der kleinen Sterne, die man in ein Verzeichniß bringen will, mit einem großen Sterne, der ohngefähr in ihrem Parallelkreiſe ſteht. De la Caille, der ſich deſſen auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung 1751 bedient hat, um ein Verzeichniß von beynahe zehntauſend Sternen des ſüdlichen Theiles des Himmels zu machen, hat es in dem Sternrohre eines Quadranten befeſtiget gehabt; man kann es ebenfalls in ein **Fernrohr in der Mittagsfläche** (Lunette meridienne, oder Inſtrument des paſſages) ſtellen, welches ſich in der Mittagsfläche um eine horizontale Axe drehet; oder in ein **parallatiſches Fernrohr** (Lunette parallatique), welches ſich um eine Axe drehet, die gegen den Weltpol gerichtet iſt, und zum Beyſpiel 49° gegen den Horizont von Paris geneigt iſt.

539. Wenn man die wahre Weite eines Planeten in Meilen kennt, ſo iſt es leicht, auch ſeinen wahren Durchmeſſer zu finden, der nichts anders iſt, als die Sehne des Winkels des ſcheinbaren Durchmeſſers, und folglich auch die Oberfläche, und ſeine Größe in bekannten Maaßen anzugeben. Am Ende dieſes Werkes, habe ich eine Tafel angefügt, welche die Durchmeſſer, Größen und Weiten der Planeten angiebt; wie ſie nach den letzten Beobachtungen, durch welche wir die abſoluten Weiten aller Planeten von der Sonne und von der Erde erfahren haben, berechnet worden.

Viertes Buch.

Von den Bewegungen des Mondes und der Rechnung der Parallaxen.

540.

Der Mond iſt nach der Sonne, das merkwürdigſte von allen Geſtirnen: im erſten Buche haben wir nur von den allgemeinſten Erſcheinungen ſeiner Bewegung gehandelt (55), wir wollen nunmehro die beſondern Umſtände derſelben in Betrachtung ziehen, und davon eine vollſtändige Erklärung geben. Nachdem der Mond etliche Tage unſichtbar geweſen, ſo fängt er wieder an, ſich des Abends an der weſtlichen Seite, kurz nach Untergang der Sonne in Geſtalt eines lichten Fadens, zu zeigen, oder in ſichelförmiger Geſtalt mit ſchwachem Lichte, weil daſſelbe durch die Helligkeit der Abenddämmerung geſchwächet wird. Hevel hat den Mond niemals eher, als 40 Stunden nach ſeiner Zuſammenkunft, oder 27 Stunden vor derſelben beobachten können (Selenographia, pag. 276. 408). Man ſieht den Mond kaum eher als am dritten Tage nach ſeiner Zuſammenkunft; obgleich Kepler geſagt hat, daß man den Mond ſogar in ſeiner Zuſammenkunft ſehen könnte, wenn ſeine Breite 5 Grade beträgt. Dieſe ſichelförmige Geſtalt erſcheint demnach längſtens am dritten Tage auf der Abendſeite, und zur Abendzeit, wenn die Nacht eintritt; ſeine Hörner oder Spitzen ſind in die Höhe gerichtet, und von der Sonne in entgegengeſetzter Lage abgekehrt; den folgenden

genden Abend zeigt er etwas mehr Helles, und in Zeit von 5 bis 6 Tagen, nimmt er die Geſtalt eines halben Kreiſes an: der halbe Theil iſt alsdenn mit einer geraden Linie begränzt, und wir ſagen daß der Mond halbleuchtend, (dichotoma *), oder daß er im Viertheil ſey, und dieſes iſt das erſte Viertheil (prima quadratura).

Nachdem er unter der Geſtalt einer halben leuchtenden Scheibe erſchienen, fährt er fort ſich von der Sonne zu entfernen, und 8 Tage lang im Lichte zu zu nehmen; er erſcheint alsdenn in völliger Kreisrundung; ſeine ganze und helle Scheibe leuchtet die ganze Nacht hindurch, und dieſes iſt der Tag des Vollmondes oder der entgegengeſetzten Stellung: man ſieht ihn zu Mitternacht durch den Mittagskreis gehen, und untergehen wenn die Sonne aufgehet, alles zeigt alsdenn an, daß er in Anſehung unſrer, der Sonne gerade entgegengeſetzt iſt, und daß er in ſeiner ganzen Breite leuchtet, weil ihn die Sonne von forne und nicht von der Seite beſcheint.

Nach dem Vollmonde erfolgt das Abnehmen, welches eben die Erſcheinungen und Mondsbrüche (Phaſes) giebt, die wir beym Zunehmen des Mondes gezeigt haben; er wird anfänglich eyförmig, hernach halbleuchtend (dichotoma) oder wie eine halbe helle Scheibe, und dieſes iſt das letzte Viertheil.

Bald darauf nimmt die halbleuchtende Scheibe ab, und zeigt ſich in ſichelförmiger Geſtalt, die jeden Tag ſchmahler wird, und die Spitzen ſind allezeit auf der

*) Διχότομος, dimidiatus: Kopernik bedient ſich des Ausdrucks Luna diuidua.

der Seite, die von der Sonne am entfernteſten iſt, alsdenn hat der Mond den ganzen Weg um den Himmel gemacht, und nähert ſich der Sonne wieder; man ſiehet ihn da des Morgens kurz vor der Sonne aufgehen, er hat eben die Geſtalt, die er am erſten Tage der Beobachtung zeigte; nähert ſich der Sonne noch mehr, und verliert ſich endlich unter ihren Stralen, dieſen nennt man den **Neumond** oder die Zuſammenkunft. (coniunctio, ſonſt Neomenia *).

541. Das natürlichſte Maaß der Zeit, war das, welches die Mondserſcheinungen gaben; indem dieſes Geſtirn alle Tage, auf eine ſehr merkliche Art den Ort ſeines Auf- und Unterganges veränderte, beſtändig eine andre Geſtalt annahm, und hierauf wiederum eine neue Ordnung ganz ähnlicher Veränderungen antrat, gab es eine gemeine Regel, und leichte Zahlen, ohne Beyhülfe der Schrift, der Rechnung, der Tagbeſtimmung und der Kalender; die Völker ſahen am Himmel ein vergnügendes Merkmal zu Anordnung ihrer Verrichtungen; die neu errichteten, und in den Ebenen von Sinear zerſtreueten Familien, konnten ſich ohne zu irren, zur beſtimmten Zeit einer Mondserſcheinung verſammlen.

542. Der Neumond diente zur Vorſchrift der Verſammlungszeiten, der Opfer, und öffentlichen Uebungen; der Mond war nicht der Gegenſtand von der Verehrung und den Feſten, ſondern nur die Anzeigung. Man zählte nach dem Monde, von dem Tage an da man ihn wahrzunehmen anfing. Um ihn leichtlich zu entdecken, verſammlete man ſich auf hohen Oertern; und

*) Νέος nouus, Μήνη Luna.

und wenn der Neumond erblickt worden war, feyerte man den Neumond oder brachte das Opfer des neuen Monats, auf welches Feſte und Gaſtmale folgten. Die Neumonde, welche mit der Verneuerung der vier Jahreszeiten zuſammenfielen, waren die allerfeyerlichſten; es ſcheint daß man hierinnen den Urſprung unſrer Quatember zu erkennen habe, wie man denn auch die mehreſten von unſern Feſttagen aus den Gebräuchen der Alten herleiten kann. In der Schrift und in der Geſchichte aller Völker des Erdbodens, findet man dieſen Gebrauch, ſich auf hohen Oertern oder in wüſten Gegenden zu verſammlen, die Wiederkunft des Mondes zu beobachten, und das Feſt des Neumondes durch Opfer und Gebeth zu feyern.

543. Von einem Neumonde zum folgenden verfließen ohngefähr 29 Tage und ein halber, dieſe Beobachtung iſt ſehr leicht, die erſten Hirten ermangelten auch nicht ſie zu machen; eben dieſen Zeitraum aber, nennt man den Mondenmonat, (Lunatio) oder die ſynodiſche Umlaufszeit des Mondes; wovon wir bald eine ſcharfe Beſtimmung beybringen werden (557); es war auch dieſer Mondenmonat das älteſte Maaß der Zeit.

544. Weil die Erſcheinungen des Mondes mit ſo großer Aufmerkſamkeit beobachtet wurden, mußte natürlicher weiſe wahrgenommen werden, daß die Sonnenfinſterniſſe, die ſich wenigſtens alle vier bis fünf Jahr ereignen, zwiſchen dem letzten ſchmahlen Streifen eines vollendeten Umlaufes des Mondes, und der erſten Erſcheinung des Neumondes erfolgten, oder zwiſchen der Zeit da der Mond ſich der Sonne am meiſten nähert, und der Zeit da er ſich auf der andern Seite wiederum von ihr zu entfernen anfängt: man nimmt alsdenn einen

einen runden und vollkommen ſchwarzen Körper vor der Sonne wahr, man ſieht, wie er nach und nach vor der Sonnenſcheibe vorbeygeht, und das Licht derſelben, wenigſtens zum Theil unterbricht; bisweilen ſcheint er in die Mitte der Sonnenſcheibe geſtellt, und mit einem lichten Ringe umgeben zu ſeyn; zu andrer Zeit ereignet es ſich auch, daß er die Sonne völlig verdeckt, und uns in Finſterniß verſetzt, wie im Jahr 1724. (art. 635).

Die erſten Beobachter merkten gar bald, daß dieſer dunkle Körper, kein andrer ſeyn konnte, als der Mond, den man in den vorhergehenden Tagen ſich mehr und mehr der Sonne hatte nähern ſehen, den man auch einen oder zween Tage darnach, ſich auf die andre oder Morgenſeite der Sonne ſtellen ſahe, und daß er ſich mit eben der Geſchwindigkeit von ihr entfernte.

545. Nachdem der Mond, das Licht der Sonne, bey hellem Tage unterbrochen hatte, ſchien er vollkommen ſchwarz und undurchſichtig; hieraus erkannte man, daß er nur in ſo fern leuchtete, als er ſelbſt erleuchtet worden, und weil die Seite, welche er während einer Sonnenfinſterniß, gegen uns kehrte, gar kein Licht der Sonne erhalten konnte, ſo konnte er uns auch keines zuſchicken. Solchergeſtalt mußten die erſten Beobachter einſehen, daß der Mond ein dunkler und feſter Körper ſey, der für ſich ſelbſt kein Licht habe, der auch nur in dem Theile helle ſchien, der von der Sonne erleuchtet wurde; außerdem ſahe man auch daß der Mond niemals heller und leuchtender erſchien, als wenn er der Sonne entgegengeſetzt war, ſo daß er gleichſam von vorne geſehen wurde, und uns alles das Licht zuſchickte, was die Sonne auf ſeine Oberfläche oder ſeine Scheibe warf; welches ein Beweis war, daß er uns kein anderes als nur entlehntes Licht giebt.

546. Vierzehn oder funfzehn Tage nach einer Sonnenfinſterniß, erfolgt bisweilen eine Mondsfinſterniß. Ehe dieſe ihren Anfang nimmt, ſieht man den Mond voll, rund, leuchtend, und der Sonne entgegen geſetzt; er geht des Abends auf, ſo bald die Sonne untergeht, und bleibt die ganze Nacht hindurch über den Horizont; das iſt die Zeit da der Mond der Sonne entgegengeſetzt oder in **Oppoſition** iſt, oder der **Vollmond** (540); aber kurze Zeit darauf verliert der Mond dieſes helle Licht, und verſchwindet vor unſern Augen, man merkt auch daß die Erde, die zwiſchen dem Monde und der Sonne ſteht, die Hinderniß iſt, welche macht, daß der Mond alsdenn von der Sonne nicht beſchienen werden kann.

547. Weil die Sonne beſtändig die Hälfte der Mondskugel beſcheint, ſo könnnen wir nicht eher den Vollmond ſehen, als bis wir die Hälfte erblicken welche erleuchtet iſt, und bis wir ſie auch ganz ſehen; wenn wir ſeitwärts geſtellet ſind, ſo daß wir nur die Hälfte des erleuchteten Theils wahrnehmen können, oder die Halbkugel die der Sonne zugekehrt iſt, ſo ſehen wir nur die Hälfte von dem was im Vollmonde erſcheint, nämlich nur einen lichten Halbkreis; der Mond erſcheint im Viertheil, und eben ſo iſt es bey den übrigen Stellungen; das iſt die Urſache der Mondserſcheinungen oder Mondsbrüche (Phaſes), die wir nun deutlicher vorzuſtellen bemüht ſeyn werden.

In der 63ſten Fig. ſey S die Sonne, T die Erde, um welche der Mond in ſeiner Bahn gehet; EO die Kugel des Mondes zwiſchen die Erde und Sonne geſtellet, das iſt in Zuſammenkunft mit der Sonne, oder, in **Conjunction**, oder zur Zeit des Neumondes; alsdann iſt der Theil E nur allein von der Sonne erleuch-

leuchtet; hingegen iſt der Theil O, der einzige der für uns in T ſichtbar iſt: dahero iſt die erleuchtete Halbkugel genau eben dieſelbige die wir nicht ſehen, und die ſichtbare Halbkugel iſt diejenige, die von der Sonne nicht beſchienen wird; darinnen liegt die Urſache, durch welche alsdenn der Mond, gegen die Zeit des Neumondes für uns unſichtbar wird (540).

Wenn im Gegentheil, der Mond der Sonne entgegengeſetzt iſt, ſo iſt die erleuchtete Halbkugel L, genau diejenige, die wir ſehen, weil wir unſre Stelle auf eben der Seite haben, wo das Licht ſteht von welchem der Mond erleuchtet wird, und von dem Lichte das der Mond verbreitet, geht für uns nichts verlohren; ſeine ſichtbare Scheibe L, iſt eben dieſelbe mit ſeiner erleuchteten Scheibe; daher geſchiehet es, daß uns der Mond voll erſcheint, das iſt, rund, und hellleuchtend, wenn er der Sonne entgegengeſetzt oder in Oppoſition iſt.

548. Wenn der Mond völlig oder beynahe 90° von der Sonne entfernt iſt, das iſt, ohngefähr auf halbem Wege von O nach L, oder von der Conjunction zur Oppoſition, ſo iſt die ſichtbare Halbkugel AQZ; die von der Sonne erleuchtete Halbkugel iſt MZQ; dahero ſehen wir nur die Hälfte von dieſer erleuchteten Halbkugel, die völlig ganz, und als eine runde Scheibe zur Zeit der Oppoſition erſcheinen würde; wir ſehen folglich nur einen lichten Halbkreis, ſo wie er beſonders in N abgebildet iſt, deſſen runder leuchtender Theil allezeit gegen die Sonne gekehrt iſt.

549. Wenn der Mond 45° von der Sonne abſtehet, ſo ſagen wir daß er in ſeinem erſten Achttheil iſt, alsdenn iſt der erleuchtete Theil, oder der gegen die Son-

ne gekehrte CDF, der ſichtbare Theil iſt BCD; wir ſehen demnach nur den Theil CD von der erleuchteten Halbkugel: zu der Zeit erſcheint der Mond als eine Sichel, ſo, wie man ihn in G ſieht, wir ſehen da nur den achten Theil der Mondskugel, und der Mond iſt um den achten Theil des Kreiſes von der Sonne entfernt: daher iſt auch dieſer Mondsbruch der erſte Octant genennt worden; es iſt aber der helle Theil nicht mehr als ohngefähr der ſiebente Theil der Fläche ſeiner ſichtbaren Scheibe.

Im zweyten Achttheil oder Octanten, das nach dem Viertheil kömmt, iſt die ſichtbare Halbkugel HIK, die von der Sonne erleuchtete Halbkugel iſt IKP; es fehlt demnach dem Monde nur der kleine Theil IH, ſonſt würden wir den ganzen erleuchteten Theil deſſelben ſehen; wir erblicken alsdenn mehr als die Hälfte der Mondskugel, und der Mond erſcheint ſo, wie er in R vorgeſtellet iſt; was ihm an ſeiner völligen Scheibe fehlt, beträgt eben die Gröſſe, als der helle Theil im erſten Achttheil, da der Mond in C war.

Das dritte Achttheil V erfolgt 45° über die Oppoſition, und iſt dem zweyten Achttheil ähnlich; und das vierte Achttheil Y iſt mit dem erſten Achttheile G gleichförmig.

550. Um den hellen und ſichtbaren Theil der Mondsſcheibe zu berechnen, ſey S die Sonne (fig. 64) T der Mittelpunkt der Erde, C der Mittelpunkt des Mondes, AE der Durchmeſſer des Mondes, der rechtwinklicht auf der Linie SC ſteht, und den erleuchteten Theil ANE von dem dunkeln ADE abſchneidet; der Durchmeſſer des Mondes ND, der rechtwinklicht auf der Linie TC ſteht, und den ſichtbaren Theil von dem un-

ſicht-

ſichtbaren DEN abſchneidet; auf den Durchmeſſer des Mondes ND, fälle man von dem äußerſten Punkte A, des erleuchteten Halbkreiſes ENA, eine ſenkrechte Linie AB, ſo wird die Linie NB, die ſcheinbare Breite, des ſichtbaren Theiles, der erleuchteten Halbkugel ſeyn: denn von der völligen leuchtenden Halbkugel ANE, iſt nur der Theil AN in der ſichtbaren Halbkugel DAN enthalten, und der Bogen AN kann unſern Augen nicht anders, als von der Breite BN erſcheinen, wie aus eben der Urſache der völlige Halbkreis NAD nur als ein bloßer Durchmeſſer NBD erſcheint, und wie eine völlige Halbkugel, nicht anders erſcheint, als der Kreis oder Ebene, die davon die Projection iſt (673). Der Theil NB, des ſichtbaren Durchmeſſers NBCD, iſt der Querſinus (Sinus verſus) des Bogens NA: dieſer Bogen NA, oder der Winkel NCA, iſt dem Winkel CTF gleich, wenn man TF parallel mit CS ſetzt; denn der Winkel NCA iſt die Ergänzung des Winkels FCT, wegen des rechten Winkels NCT; es iſt aber der Winkel FCT die Ergänzung des Winkels FTC, wegen des gleichſeitigen Dreyecks CFT; dahero hat der Winkel NCA eben die Anzahl Grade, als der Winkel FTC; dieſer Winkel FTC aber, iſt der Elongation des Mondes, oder dem Abſtande des Mondes von der Sonne gleich, weil angenommen wird, daß die Sonne eben ſo wohl in der Linie TF ſtehe, als in der Linie CS, wegen der Weite der Sonne, die in Vergleichung mit CF ungemein groß iſt; dahero iſt der Bogen NA, der Elongation des Mondes gleich; folglich iſt in den verſchiedenen Mondsbrüchen die Breite des hellen Abſchnittes des Mondes, dem Querſinus des Elongationswinkels gleich, wenn man zum Halbmeſſer, den Halbmeſſer des Mondes ſelbſt nimmt, oder die halbe Weite der Spitzen des ſichelförmigen Mon-

 des.

des. Wenn zum Beyſpiel, der Mond, vier oder fünf Tage nach ſeiner Conjunction, 60° von der Sonne ſteht, ſo ſcheint ſein heller Theil NB als die Hälfte des Halbmeſſers NC, oder das Viertheil des ganzen Durchmeſſers ND des Mondes, weil der Querſinus von 60° in jedem Kreiſe, die Hälfte des Halbmeſſers dieſes Kreiſes iſt. Wenn die Mondsſcheibe, durch einen Kreis GNH (fig. 66) vorgebildet wird, deſſen Mittelpunkt C iſt, und NB der Hälfte des Halbmeſſers gleich iſt, ſo giebt NB die Breite des ſichelförmigen Mondes, bey 60° Elongation.

551. Die vorhergehenden Betrachtungen laßen bemerken, daß es nicht ganz genau der Querſinus der Elongation iſt, ſondern der Querſinus des auswendigen Winkels, an dem Dreyecke, das im Mittelpunkte des Mondes durch die Halbmeſſer gemacht wird, die auf die Sonne und auf die Erde gehen. Denn, im vorhergehenden Beweiſe haben wir angenommen, daß die Linien CS und TF, die von der Erde oder vom Monde, in die Sonne geführet werden, ſcheinbar parallel ſind; welches aber wegen der großen Weite der Sonne, die von uns 400 mal weiter entfernt iſt als der Mond, nur beynahe wahr iſt; wenn aber die Halbmeſſer ST, und SV (fig. 65) die von der Sonne S auf die Erde T und auf den Planeten fortgeführet worden, nicht parallel ſind, ſo iſt der auswendige Winkel TVO des Dreyecks SVT, dem Winkel NVA gleich: indem jeder von ihnen die Ergänzung des Winkels AVT iſt; weil aber der erleuchtete und ſichtbare Theil NB dem Querſinus des Winkels NVA gleich iſt, ſo iſt der ganze Durchmeſſer, zur Breite des hellen und ſichtbaren Theiles des Planeten, wie der Durchmeſſer des Kreiſes zum Querſinus des Winkels am Mittelpunkte des Planeten,

welcher

welcher der auswendige an dem Dreyecke iſt, das von der Sonne, von der Erde, und von dem Planeten gemacht wird.

552. Die krumme Linie GBH (fig. 66) welche den Mondsbruch nach dem dunkeln Theile zu begränzet, iſt eine Ellipſe, deren groſſe Axe GH dem Durchmeſſer der Mondsſcheibe ſelbſt, gleich iſt; um dieſes zu beweiſen, dürfen wir nur erwägen, daß GBH der Umfang des Kreiſes iſt, der die Gränze zwiſchen Licht und Schatten macht, oder des Kreiſes der die erleuchtete Halbkugel von der dunkeln Halbkugel des Mondes abſchneidet; dieſer Halbkreis, wird von der Seite geſehen, unter einer Neigung die des Elongationswinkels Ergänzung iſt, das iſt, unter dem Winkel ACT (fig. 64): es erſcheint aber ein Kreis, der ſchief geſehen wird, allezeit in Geſtalt einer Ellipſe (674); weil demnach GBH ein ſchief geſehener Kreisumfang iſt, muß er als der Umfang einer Ellipſe erſcheinen.

Ich behaupte auch, daß die große Axe derſelben, der Durchmeſſer GH der Mondsſcheibe ſelbſt iſt; denn alle größte Kreiſe einer Kugel, ſchneiden einander in zweene gleiche Theile, folglich ſchneiden der ſichtbare Kreis GNH, und der begränzende Kreis GBH auf der Kugel des Mondes, einander in zween gleichen Theilen, und in zween gerade entgegen geſetzten Punkten, und demnach iſt der Durchmeſſer GCH der gemeinſchaftliche Durchſchnitt dieſer beyden Kreiſe. Dahero ſind die Hörner G und H des Neumondes, allezeit um einen halben Kreis von einander entfernt, und man kann zu aller Zeit den Durchmeſſer des Mondes, durch die Weite ſeiner Hörner meſſen.

553. Nach dem Neumonde ſieht man deutlich, daß die Sichel die den helleſten Theil ausmacht, ein ſchwa-

ches und über den ganzen übrigen Theil der Mondsſcheibe ausgebreitetes Licht, neben ſich hat, durch welches man die ganze Rundung des Mondes erkennen kann; man nennt dieſes das Aſchenfarbige Licht (Lumen ſecundarium).

Die Erde wirft das Sonnenlicht gegen den Mond zurück, eben ſo wie der Mond daſſelbe auf die Erde zurückwirft: wenn der Mond in Anſehung unſrer, mit der Sonne in Conjunction ſteht, ſo iſt die Erde für ihn in Oppoſition; für einen im Mond geſtellten Beobachter, würde es wie Hevel ſagt, eigentlich Vollerde ſeyn, und die Helligkeit, welche die Erde da verbreitet, iſt ſo beſchaffen, daß der Mond dadurch weit mehr erleuchtet iſt, als wir vom ſchönſten Mondlichte, bey welchem wir alle Gegenſtände deutlich erkennen können. Weil der Mond viel kleiner als die Erde iſt, ſo muß das Licht welches die Erde auf ihn bringt, viel ſtärker ſeyn, als das Licht daß ſie von ihm erhält, es iſt dahero nicht, zu verwundern, daß der Mond daſſelbe bis zu uns zurückwerfen kann, und daß wir durch dieſes Licht den Mond ſehen. Wir würden es vollſtändig erhalten, wenn er in Conjunction iſt, wenn die Sonne, die wir zugleich mit ſehen, nicht dieſen Erdſchein, der von der Mondskugel zurückgeworfen wird, unmerklich machte, und alsdenn den Mond zu ſehen verhinderte; ſo bald aber die Sonne untergegangen, und die Abenddämmerung faſt vorbey iſt, ſo erblicken wir dieſes aſchenfarbige Licht ſehr deutlich.

Eben dieſes Licht iſt die Urſache, von einer andern optiſchen Erſcheinung, die ſehr merklich iſt, nämlich die ſcheinbare Ausbreitung der hellleuchtenden Mondsſichel, die von einem viel gröſſern Durchmeſſer zu ſeyn ſcheint, als die dunkle Mondsſcheibe; dieſes entſteht von der Stär-

Stärke eines hellen Lichtes, das neben ein ſchwaches Licht geſtellet iſt, das eine, verkleinert das andre, und macht es unmerklich; die Mondsſichel ſcheint vergröſſert, durch das überfließende Licht, das ſich auf dem Netzhäutchen des Auges zerſtreuet, und dadurch die Mondsſcheibe vergrößert; die umgebende und von dem Monde erleuchtete Luft giebt dieſem falſchen Bilde auch ein größer Anſehen.

554. Das Mondenlicht hat gar keine Wärme. Tſchirnhauſen hat durch ſeine Brenngläſer nichts davon merklich machen können (Hiſt. academ. 1699), Der jüngere de la Hire ſtellte den Hohlſpiegel der Königlichen Sternwarte, der 35 Zolle im Durchmeſſer hat, in die Strahlen des Vollmondes, und brachte dieſe Strahlen in einen 306 mal kleinern Raum, als ſie im natürlichen Zuſtande haben: demohngeachtet zeigte dieſes in die Enge gebrachte Licht, auf Amontons Thermometer, das ſehr empfindlich war, nicht die geringſte Wirkung: (Mémoir. acad. 1705).

Bouguer hat durch Erfahrungen gefunden, daß das Mondenlicht 300 tauſend mal ſchwächer iſt, als das Sonnenlicht, er hat dieſes durch Vergleichung des einen und des andern mit dem Scheine eines Lichtes das an einem dunkeln Orte ſtund, gefunden. (Traité d'Opt. ſur la gradat. de la lumière, in 4° 1760).

Von den Ungleichheiten des Mondes.

555. Die alleràlteſten Weltweiſen, ſahen ſchon ein, daß der Mond, alle Monate völlig um die Erde herum lief, daß er ihr Begleiter, und wie wir uns noch jetzo ausdrücken, ihr Trabante war; Ariſtoteles hat, wie Averroes meldet, geſagt, daß ihm der Mond gleichſam eine himmliſche Erde zu ſeyn ſchiene; und alles

was die Weltweiſen hierinnen behauptet haben, kann man im Macrobius und im Plutarch finden.

Die erſten Beobachter mußten ſehr leicht wahrnehmen, daß der Neumond, in einem Zeitraum von 59 Tagen zweymal erſchien, ſo daß die Dauer eines Mondsumlaufes von 29 Tagen und einem halben, war; weil aber dieſe Regel, nur der Wahrheit nahe kam, ſo war ſie mancherley Ausnahmen, und verſchiedenen Ungleichheiten unterworfen, die man erſt lange Zeit darnach zu entwickeln im Stande war.

556. Die erſte richtige Erkenntniß die man in Griechenland von der Bewegung des Mondes, oder der genau beſtimmten Zeit ſeines Umlaufes gehabt hat, war diejenige welche Meton mittheilte, der ohngefähr 430 Jahr vor Chriſti Geburt gelebt hat. Er hatte erkannt, oder vielmehr von den morgenländiſchen Sternkundigen erlernet, daß in 19 Sonnenjahren, 235 völlige Mondenmonate enthalten waren; und dieſe Beſtimmung weicht in 312 Jahren nur um einen Tag ab, es wurde auch dieſe Entdeckung in Griechenland für ſo vortreflich gehalten, daß man die Rechnungen davon mit goldenen Buchſtaben eingraben ließ; ſie wird noch heut zu Tage im Kalender gebraucht, und man nennt den Mondeszirkel (cyclus lunæ) den Zeitraum von 19 Jahren, in welchen die Neumonde wiederum auf eben dieſelben Tage des bürgerlichen Jahres fallen. Die güldene Zahl iſt diejenige welche andeutet, das wievielte Jahr ein gegebenes in dem Mondeszirkel ſey, ſie iſt allezeit durch die Einheit 1, bezeichnet, wenn der Neumond den erſten Jenner wie 1767 eintritt.

557. Aus dieſer Periode erſiehet man, daß die Rückkehr des Mondes zu ſeiner Conjunction 29 Tage 12 Stun-

Stunden 44 Minuten 3 Secunden beträgt, dieſes nennt man einen Mondenmonat (Lunatio), einen ſynodiſchen Monat, oder die ſynodiſche Umlaufszeit. Damit nun der Mond, nach Vollendung eines völligen Umlaufes in ſeiner Bahn, wiederum zur Sonne kommen kann, muß er noch die 29° durchlaufen, welche die Sonne in 29 Tagen durch ihre jährliche Bewegung in der Ekliptik zurückgelegt hat; wenn demnach der Mond, die Sonne wiederum erreicht hat, ſo ſind mehr als zweene Tage verfloſſen, ſeit welchen er ſeinen wahren Umlauf vollendet hat, und dieſer dauret nur 27 Tage 7 St. 43′ 4″½, man nennt auch dieſen Zeitraum den periodiſchen Monat, hierzu müſſen noch 7″ geſetzt werden, wenn man die ſideriſche Umlaufszeit haben will (321); dieſe letztere aber, wird nicht gebraucht, weil die himmliſchen Bewegungen auf die Nachtgleichen verglichen werden.

558. Die Ungleichheiten des Mondes, ſetzen die Gleichförmigkeit des mittlern Umlaufes, den wir jetzt beſtimmt haben, in große Unordnung. Wenn der Ort des Mondes, einen Monat hindurch beobachtet wurde, war es nicht ſchwer zu bemerken, daß am Ende von ſieben Tagen, eine Ungleichheit von ohngefähr ſechs Graden vorkam, daß dieſe Ungleichheit nach 14 Tagen verſchwand, und am Ende von 21 Tagen wiederum gegenſeitig erſchien, die endlich am Schluſſe der 27 Tage des Umlaufes wiederum wegfiel.

559. Wurde nun eben dieſe Reihe von Beobachtungen, durch verſchiedene Monate und Jahre fortgeſetzet, ſo zeigte ſich noch, daß die Punkte am Himmel, wo die Ungleichheit verſchwand (496), nämlich die Erdferne und Erdnähe, ſehr verſchieden waren, und daß dieſe, bey jedem Umlaufe, ohngefähr um 3 Grade

Grade fortruckten. Denn die Erdferne des Mondes macht, in Vergleichung auf die Nachtgleichen, den Weg um den Himmel in 323 Tagen 8 St. 34′ 57″$\frac{1}{2}$, und in Vergleichung auf die Fixſterne, in 323 Tagen 11 St. 14′ 31″: welches ohngefähr 9 Jahre beträgt.

Weil der Mond zur Zeit ſeiner Erdferne, weiter von uns abſtehet, ſo iſt alsdenn ſein ſcheinbarer Durchmeſſer, der kleineſte, er iſt nämlich nur von 29 Minuten und einer halben; 14 Tage darnach, wenn er in der Erdnähe ſteht, erſcheint er unter einem Winkel von 33$\frac{1}{2}$′. Dieſes iſt uns genug, um von der Zeit zu urtheilen, wenn er ſich in den beyden Endpunkten ſeiner Bahn befindet; die Beobachtung des Durchmeſſers des Mondes, giebt uns zugleich den Ort an, wo ſeine Erdferne am Himmel iſt, und iſt hinreichend die Veränderungen deſſelben, und den Umlauf wahrzunehmen.

560. Die erſte Ungleichheit, oder die Gleichung der Bahn des Mondes, beträgt bisweilen 5 Grad, bisweilen 7°$\frac{2}{3}$, nach Beſchaffenheit der Stellungen der Sonne, in Anſehung des Mondes, und ſeiner Erdferne, es ſcheint als ob ſich die Bahn des Mondes allezeit verlängere und eccentriſcher werde, wenn die Sonne mit der Erdferne oder der Erdnähe des Mondes zuſammentrifft. Um dieſen Unterſchied auszudrücken, ſetzen die Sternkündiger anfänglich die mittlere Gleichung der Bahn von 6° 18′$\frac{1}{2}$, und wenden eine andre Gleichung von 1° 20′$\frac{1}{2}$ an, die den Namen der zwoten Ungleichheit führt, oder Evection heißt, dieſe hängt von der doppelten Weite des Mondes von der Sonne, weniger der mittlern Anomalie des Mondes ab. Ptolomäus erkannte dieſe Ungleichheit des Mondes ſchon um das Jahr 120 nach Chriſti Geburt. Von der Urſache, durch welche ſie hervorgebracht wird, werden wir im 1052 Artikel handeln.

561. Die

561. Die dritte Ungleichheit des Mondes, kömmt auch von dem Stande der Sonne her, die durch ihre Anziehung, ohne Unterlaß, die Bewegungen des Mondes verändert. Dieſe Ungleichheit wurde vom Tycho-Brahe um das Jahr 1600 entdeckt, und wird die Variation genennt: ſie beträgt 37′, und ändert ſich alle drey oder vier Tage; denn ſie iſt null in den Neumonden, in den Vollmonden, und in den Viertheilen, hingegen iſt ſie am ſtärkſten in den Octanten, das iſt, in 45 Graden von den Oppoſitionen, Conjunctionen und Viertheilen.

562. Die vierte Ungleichheit, heißt die jährliche Gleichung des Mondes, auch dieſe hat Tycho wahrgenommen: ſie beträgt nur $11\frac{1}{2}$′; weil ſich aber dieſelbe nur alle Jahre wieder erſetzt, ſo wurde ihre langſame Wirkung, durch eine große Anzahl Beobachtungen merklich, ſie mußte aber auch durch die bloße Unterſuchung der Stellen des Mondes, die ein Jahr lang beobachtet worden waren, erkannt werden.

563. Nachdem Newton gefunden hatte, daß die anziehende Kraft der Sonne: die Urſache der drey letztern Ungleichheiten des Mondes war, ſo ſahe er leicht ein, daß, wegen der großen Anzahl von Umſtänden, welche dieſe Anziehungen einſchränken oder ändern, noch andre Ungleichheiten entdeckt werden müßten; es haben auch die von den Geometern unternommenen Rechnungen, noch mehr aber, die mühſame Unterſuchung, und fortgeſetzte Vergleichung der allergenaueſten Beobachtungen, gewieſen, daß noch zehn andre Ungleichheiten ſtatt finden, die eine, zwo, oder drey Minuten betragen, und alle zuſammen endlich Mondstafeln geben, die niemals mehr als eine Minute vom Himmel abweichen; dergleichen ſind

Mayers

Mayers Mondstafeln, deren Genauigkeit genugſam bekannt iſt, und ſeit 1770 ſchon vielmals gedruckt worden ſind; ſie ſind in der zwoten Ausgabe meiner Aſtronomie befindlich, und haben eine anſehnliche Belohnung von dem Engliſchen Parlamente erhalten, welche der Wittwe dieſes großen Sternkundigen überſandt worden.

564. Die Beſchleunigung der mittlern Bewegung des Mondes, oder ſeiner Perioden, iſt ſo beſchaffen, daß der Mondenmonat wirklich jetzt 22 Tertien kürzer zu ſeyn ſcheint, als vor 2000 Jahren, welches einen Grad Unrichtigkeit, in dem Orte des Mondes giebt, wenn man ihn für das 300ſte Jahr vor Chriſti Geburt berechnet, und hierzu die Bewegung des Mondes nimmt, wie ſie im damaligen Jahrhunderte beobachtet worden; von dieſer Seculargleichung des Mondes, habe ich die Rechnungen, und die Gründe, die zu ihrer Annehmung nöthigen, in den Mémoires von 1757 vorgetragen.

Von den Knoten, und der Neigung der Mondbahn.

565. Die Mondbahn iſt eben ſowohl gegen die Ekliptik geneigt, als alle andre Planetenbahnen (422); daher durchſchneidet der Mond die Ekliptik zweymal bey jedem Umlaufe, und ſieben Tage nachher, wenn er die Ekliptik in einem von ſeinen Knoten durchſchnitten hat, entfernt er ſich von ihr um 5 Grade: wenn dieſe Neigung nicht wäre, würden wir alle Monate eine Sonnenfinſterniß, am Tage der Conjunction, und eine Mondfinſterniß am Tage der Oppoſition haben; es verfließen aber im Gegentheil ganze Jahre, wo keine Mondfinſterniß vorfällt (zum

Bey-

Beyſpiel 1763), weil der Mond in dem Zeitpunkte jeder Oppoſition, allzuweit von ſeinem Knoten entfernt iſt, und ſich folglich unter oder über der Ekliptik befindet, in welcher doch der Mittelpunkt der Sonne und der Schatten der Erde allezeit verbleiben.

566. Dieſe Neigung, die nur 5° in den Neumonden oder Vollmonden beträgt, welche 90° von den Knoten entfernt ſind, findet ſich von 5° 17½′ in den Viertheilen; die mittlere Neigung iſt 5° 8′ 46″. Dieſe wichtige Beobachtung hat Tycho-Brahe zuerſt gemacht. Die Urſache hiervon, wird im 1063ſten Art. erkläret werden.

567. **Der aufſteigende Knoten** (Nodus adſcendens) des Mondes, oder derjenige, in welchem er die Ekliptik durchſchneidet, wenn er gegen Norden fortgehet, heißt bisweilen **der Drachenkopf**, und wird durch dieſes Zeichen ☊ angedeutet: **der abſteigende Knoten** (Nodus deſcendens) oder **der Drachenſchwanz** wird durch dieſes Merkmal ☋ bezeichnet.

568. Das merkwürdigſte bey den Knoten des Mondes, iſt die Behendigkeit ihrer Bewegung; wenn der Mond die Ekliptik im erſten Punkte des Witters, oder im Aequinoctialpunkte durchſchneidet, (wie dieſes, ſich im Monat Junius 1764 ereignet hat), ſo ſchneidet er die Ekliptik wieder, nach 18 Monaten, im Anfange der Fiſche, oder, ſein Knoten iſt 30° oder ein himmliſches Zeichen zurück gegangen; und ſo bringt er den Weg um den Himmel in 18 Jahren zu Ende. Dieſe Bewegung der Knoten war leicht wahrzunehmen, wenn man zum Beyſpiel, den ſchönen Stern, das Löwenherze oder Regulus, der in der

Ekliptik ſelbſt ſteht, vom Monde bedecken ſah: denn wenn der Mond den Regulus bedeckt (wie dieſes im Monat Junius 1757 geſchehen iſt), ſo iſt er augenſcheinlich in ſeinem Knoten, dahero muß alsdann der Knoten 4 Z. 26° Länge haben, wie der Regulus. Wenn aber vier oder fünf Jahre darnach, der Mond in eben dieſen Grad der Länge kömmt, und ſich doch fünf Grade über oder unter dieſem Sterne befindet, ſo wird dadurch erweislich, daß der Knoten 90° von dem Sterne abſtehet. Nach vollendeten 18 Jahren kömmt der Mond wieder zu eben denen Sternen, und alles fängt wieder in eben derſelben Ordnung an. Nachdem dieſe Wiederkunft vielmals beobachtet worden, hat man befunden, daß die Knoten, einen völligen Umlauf, der Ordnung der Zeichen entgegen, in 18 gemeinen Jahren, und 228 Tagen zu Ende bringen, oder in 6798 Tagen 4 St. 52′ 52″,3 in Vergleichung auf die Nachtgleichen, und 6803 Tagen 2 St. 55′ 18″,4 in Vergleichung auf die Firſterne.

569. Tycho-Brahe erkannte auch eine Ungleichheit in der Bewegung des Knoten, die bis auf 1° 46′ mehr oder weniger ſteigen kann, und fand, daß dieſe Ungleichheit, mit der, von der Neigung verbunden, ſich auf eine Gleichung der Breite des Mondes bringen ließ, welche war: 8′ 49″ multiplicirt durch den Sinus von zweymal dem Abſtande des Mondes von der Sonne, weniger dem Argumente der Breite des Mondes. Der Ort des Knoten des Mondes, war zu Anfange des 1772ſten Jahres 7 Z. 4° 46′, dieſes iſt hinreichend, ſeine Lage zu aller Zeit zu finden.

Vom Durchmeſſer des Mondes.

570. Der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes, iſt wegen ſeiner verſchiedenen Weiten von der Erde, ſo verän-

veränderlich als die Parallaxe; der größte Durchmeſſer in der Erdnähe, iſt, 33′ 34″ in ſeinen Oppoſitionen; und der kleinſte Durchmeſſer, wenn der Mond in der Erdferne ſteht, und in Conjunction, iſt nur 29′ 25″.

Die allerleichteſte Art, ihn zu meſſen, iſt, die Beobachtung der Zeit, welche die Mondſcheibe braucht, durch den in einem Sternrohre ausgeſpannten Faden zu gehen, wenn es Vollmond iſt, und beyde Ränder deſſelben geſehen werden (529); man muß aber hierbey Obacht auf die tägliche Verweilung oder verminderte Bewegung haben, durch welche er mehr Zeit als die Sonne braucht, durch den Mittagskreis zu gehen, auch alsdenn, wenn ſein Durchmeſſer nicht größer iſt. In denen Zeiten, da die Mondſcheibe nur zum Theil erleuchtet iſt, kann man nichts anders als die Mikrometer anwenden (533), wenn man den Durchmeſſer des Mondes abmeſſen will.

571. Wenn der Mond näher am Zenith ſtehet, ſo iſt er auch uns näher; daher findet ſich auch ſein ſcheinbarer Durchmeſſer, in eben der Verhältniß größer. Es ſey T der Mittelpunkt der Erde (Fig. 67.); O ein Beobachter auf der Oberfläche derſelben; Z der Mond im Zenith des Beobachters: wenn die Weite ZO des Mondes vom Beobachter, um ein Sechzigtheil kleiner iſt, als die Weite ZT des Mondes vom Mittelpunkte der Erde, ſo wird der ſcheinbare Durchmeſſer, vom Punkte O geſehen, um ein Sechzigtheil größer ſeyn, als der Durchmeſſer vom Mittelpunkt T der Erde geſehen.

Desgleichen, wenn der Mond in L ſteht, ſo daß ſeine Höhe über dem Horizonte, dem Winkel LOH

gleich iſt, ſo wird, weil der Abſtand vom Zenith dem Winkel LOZ gleich iſt, die Weite LO kleiner ſeyn, als die Weite LT vom Mittelpunkte der Erde; der einzige Fall, wo dieſe Vermehrung null wird, iſt der, wenn der Mond im Horizonte ſelbſt, in H ſteht, denn alsdenn iſt er vom Punkte O und vom Punkte T faſt gleich weit entfernt; daraus erhellet, warum man den Durchmeſſer des Mondes im Horizonte, denjenigen nennt, der aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen wird, weil dieſer auch eben ſo groß iſt, als der Durchmeſſer, den wir beobachten, wenn der Mond im Horizonte iſt.

572. Wenn man den Durchmeſſer des Mondes im Horizonte, kennt, ſo läßt ſich leichtlich, der nach Verhältniß der Höhe über den Horizont vergrößerte Durchmeſſer finden, weil ſie ſich beyde gegeneinander verhalten, wie die Linie LO zur Linie LT. In dem Dreyeck LOT, wird der Winkel OLT die **Parallaxe der Höhe** genennt (580); der Winkel LOZ, oder ſeine Ergänzung zu 180°, die eben den Sinus hat, iſt der ſcheinbare Abſtand vom Zenith; der Winkel LTO iſt der wahre Abſtand des Mondes vom Zenith, aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen, oder die Ergänzung der wahren Höhe. In jedem geradlinichtem Dreyeck, verhalten ſich die Seiten, wie die Sinus der gegenüberſtehenden Winkel; folglich verhält ſich die Seite LO, zur Seite TL, wie der Sinus des Winkels OTL, zum Sinus des Winkels LOT; dahero iſt der Durchmeſſer im Horizont, zum ſcheinbaren Durchmeſſer, wie der Sinus des wahren Abſtandes des Mondes vom Zenith, aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen, zum Sinus des ſcheinbaren Abſtandes des Mondes vom Zenith, vom Punkte O geſehen.

573. Es iſt gewiß, daß der Mond, wenn er am Horizonte, hinter weiten Flächen und Bergen erſcheint, viel größer als gewöhnlich ausſieht; es iſt aber dieſes ein optiſcher Betrug, und findet auch bey andern Geſtirnen ſtatt. Man darf nur den Mond durch ein Fernrohr betrachten, von was für Art es ſeyn mag, oder durch ein Rohr von Pappe, ja auch nur durch ein Kartenblatt, in welches mit einer Nadel ein Loch geſtochen worden, ſo wird man ſich leicht überzeigen können, daß dieſe Vergrößerung nicht wirklich ſo iſt, und daß im Gegentheil der Durchmeſſer des Mondes alsdenn unter einem kleinern Winkel geſehen wird, als wenn der Mond in einer größern Höhe ſteht.

Es iſt ſchwer, ſich einen deutlichen Begriff von der Urſache dieſes Betruges des Geſichtes zu machen, außer daß man mit allen Optikern annimmt, es ſey ein ſtilles, gemeines, abgenöthigtes, und wider Willen gefälltes Urtheil, durch welches wir gewohnt ſind, die Gegenſtände, welche wir, von uns ſehr weit entfernt zu ſeyn ſchließen, für ſehr groß zu halten; da wir auch zugleich ſolche Gegenſtände weit entlegen zu ſeyn glauben, wenn wir zwiſchen uns und ihnen viele hintereinander geſtellte Körper auf einen Blick wahrnehmen; wenn wir demnach den Mond am Ende einer weiten Ebene, deren Gegenſtände noch erleuchtet ſind, erblicken, ſo unterſcheiden wir die darzwiſchen geſtellten Körper, und der Mond erregt in uns alsdenn eben die Empfindung, welche wir von Gegenſtänden erhalten, die wir gewohnt ſind, für weit entfernt zu erkennen, weil eine große Anzahl Gegenſtände vor Augen ſind, die mitten innen liegen, dadurch wird wider unſern Willen die Vorſtellung eines

großen Gegenſtandes in uns hervorgebracht, ohne daß uns eben derſelbe dadurch unter einem größern Sehewinkel erſcheinen, oder auf dem Netzhäutchen im Auge ein größeres Bild machen ſollte.

Von der Parallaxe des Mondes.

574. Die Parallaxe *) iſt der Unterſchied zwiſchen dem Orte, wo ein Geſtirn erſcheinet, wenn es von der Oberfläche der Erde geſehen wird, und dem Orte, wo es uns erſcheinen würde, wenn wir im Mittelpunkte der Erde ſtünden; man nennt ſie bisweilen die tägliche Parallaxe, um ſie von der jährlichen Parallaxe (441) zu unterſcheiden.

Alle Bewegungen am Himmel, müſſen auf den Mittelpunkt der Erde verglichen werden, um regelmäßig zu erſcheinen, denn weil die verſchiedenen Punkte der Oberfläche der Erde, ſehr mannichfaltige Lagen gegen einander haben, ſo muß ein Geſtirn in ihnen unter verſchiedenen Anſichten erſcheinen, dahero muß man ſich im Mittelpunkt der Erde ſtellen, um alles in ſeinem wahren Orte zu ſehen, und das wahre Geſetz der himmliſchen Bewegungen zu entdecken; ſolchergeſtalt ſind wir genöthiget, beſtändig die Parallaxe zu berechnen, um den Ort eines beobachteten Planeten, durch Reduction auf denjenigen zu bringen, welchen wir im Mittelpunkte der Erde würden geſehen haben.

575. In

*) Παραλλάττω transmuto, Παράλλαξις differentia; die Parallaxe entſteht wirklich aus einer Veränderung der Stelle des Beobachters, und veranlaſſet eine Veränderung in der ſcheinbaren Stellung des Geſtirnes.

575. In der 67ſten Figur ſey T der Mittelpunkt der Erdkugel, O der Stand des Beobachters auf der Oberfläche derſelben; TOZ die Scheitellinie, oder die Linie, welche durch das Zenith Z gehet, durch den Punkt O des Beobachters, durch den Mittelpunkt der Erde, und durch das Nadir. Ein Planet P, der in der Scheitellinie ſteht, trifft allezeit auf eben denſelben Punkt am Himmel, man mag ihn aus dem Mittelpunkte T betrachten, oder vom Punkte O beobachten; der Punkt am Himmel, der in unſerm Zenith ſtehet, bemerkt den Ort des Geſtirnes in den beyden Fällen auf gleiche Art; demnach hat ein Geſtirn, das im Zenith beobachtet wird, gar keine Parallaxe: dieſes iſt der erſte Satz, den man bey dieſer Unterſuchung der Parallaxen feſtſtellen muß.

576. Wenn der Planet, anſtatt in der Scheitellinie TOPZ zu ſtehen, in der Horizontallinie OH, die auf die erſtere ſenkrecht iſt, erſcheinet, ſo bleibt ſeine Weite TH vom Mittelpunkte der Erde, eben dieſelbe als ſeine Weite TP, der Ort des Planeten H aber, aus dem Mittelpunkte geſehen, iſt in der Linie TH, und der Ort des Planeten, vom Punkte O geſehen, iſt in der Linie OH: dieſe beyden Linien treffen nicht auf einerley Punkt am Himmel; denn über den Punkt H, wo ſie ſich durchſchneiden, entfernen ſie ſich im Fortgange von einander; und in der Kugel der Fixſterne, gehen ſie auf zweene verſchiedene Punkte, und zeigen für das in H befindliche Geſtirn, zwo verſchiedene Stellen an; dieſer Unterſchied wird die Parallaxe genennt.

577. Wir wollen nunmehro dieſe beyden verſchiedenen Oerter, oder dieſe beyden verſchiedenen Punkte, mit dem Punkte des Zeniths, oder dem Punkte am

 Himmel,

Himmel, der in der Linie TOZ iſt, die durch den Mittelpunkt, und den Punkt O der Oberfläche geht, vergleichen: der Winkel ZOH, der durch die Scheitellinie OZ, und die Linie OH, in welcher der Planet erſcheinet, gemacht wird, iſt der ſcheinbare Abſtand des Geſtirnes vom Zenith: wenn wir im Mittelpunkte der Erde T wären, würde der Winkel ZTH der wahre Abſtand des Geſtirnes vom Zenith ſeyn, oder die Anzahl Grade, um welche die Linie TH auf das Geſtirn gerichtet, von der Linie TZ zum Zenith geführet, abſtehen würde.

578. Der ſcheinbare Abſtand ZOH, iſt größer, als der wahre Abſtand ZTH; denn in dem geradlinichten Dreyeck HTO, deſſen Seite TO in Z verlängert worden, iſt der auswendige Winkel ZOH den beyden innern T und H gleich; folglich iſt er größer, als der Winkel T, ſo viel nämlich der Winkel H beträgt: demnach iſt der ſcheinbare Abſtand des Geſtirnes H vom Zenith, größer als der wahre Abſtand ZTH. Der Unterſchied dieſer beyden Abſtände, iſt der Winkel OHT, welcher die Horizontalparallaxe heißt, wenn die Linie OH, wie wir angenommen haben, horizontal iſt, wenn nämlich der ſcheinbare Ort des Geſtirnes, das beobachtet wird, im ſcheinbaren Horizonte OH, oder in der Tangente iſt, die durch den Punkt O der Erdfläche geht. In dem Dreyeck TOH, das in O rechtwinklicht iſt, hat man, wenn die Einheit für den Halbmeſſer oder Sinustotus genommen wird, folgende Proportion; 1 : Sin. OHT :: TH : OT; dahero iſt der Sinus der Horizontalparallaxe $\frac{OT}{TH}$ gleich, das iſt, der Halbmeſſer der Erde, durch die Weite des Geſtirnes divi-

dividirt, giebt einen Bruch, welcher durch die Sinustafeln die Parallaxe anzeigt.

579. Die Parallaxe eines Geſtirnes, iſt demnach der Winkel, welcher im Mittelpunkte des Geſtirns durch zwo Linien gemacht wird, davon eine von ihm ausgeht, zum Mittelpunkt der Erde, die andre zu dem Punkte der Oberfläche, wo der Beobachter ſteht; oder ſie iſt die Neigung zwoer Linien, die vom Mittelpunkte, und von der Oberfläche ausgehen, und ſich im Mittelpunkte des Planeten vereinigen; endlich iſt ſie auch der Winkel, unter welchem der Halbmeſſer der Erde, oder der Abſtand des Beobachters vom Mittelpunkt der Erde, erſcheint, wenn man annimmt, daß dieſe Weite, oder dieſer Halbmeſſer vom Mittelpunkte des Planeten geſehen wird.

Das Dreyeck TOH, heißt das **parallactiſche Dreyeck**; es hat allezeit eine ſenkrechte Stellung, weil die Seite OT eine Scheitellinie iſt, ſo kann die Ebene des Dreyecks, die auf OT ſteht, keine Neigung haben; es geſchiehet dahero alle Wirkung der Parallaxe von oben nach unten, in der Ebene eines Scheitelkreiſes. Es iſt auch außerdem leicht zu begreifen, daß die Wirkung der Parallaxe, weil der Mittelpunkt der Erde lothrecht unter unſern Füßen iſt, oder in der Ebene aller Scheitelkreiſe, ſich von dieſen Kreiſen nicht entfernen kann; daher iſt alle Parallaxe der Höhe nach, das iſt, ſie erniedriget die Geſtirne, oder bringt ſie von der Höhe herab, und dieſes in einem Scheitelkreiſe, ohne daß das Geſtirn dadurch zur Rechten oder Linken erſcheint. Hieraus folgt, daß die Parallaxe das Azimuth eines Planeten nicht ändert; desgleichen ändert auch im Mittagskreiſe, die Parallaxe keinesweges die gerade Aufſteigung

eines Geſtirnes, weil der Scheitelkreis alsdenn rechtwinklicht auf dem Aequator ſteht, und alle Punkte des Scheitelkreiſes, ſich auf einerley Punkt des Aequators richten.

580. Bisher haben wir bey dem Vortrage der Parallaxe nur den Fall betrachtet, wenn das Geſtirn im Horizonte iſt, oder wenn der Winkel ZOH ein rechter iſt, wir haben auch Horizontalparallaxe diejenige genennt, welche in dieſem Falle Statt findet (578): wenn aber der Planet L näher zum Zenith ſtehet, ſo, daß der Winkel ZOL, der Abſtand des Planeten vom Zenith, ein ſpitziger Winkel iſt, ſo wird der parallactiſche Winkel OLT kleiner; man nennt ihn alsdenn die Parallaxe der Höhe.

Lehrſatz. Der Halbmeſſer verhält ſich zum Sinus der Horizontalparallaxe, wie der Sinus des Abſtandes vom Zenith, zum Sinus der Parallaxe der Höhe; wobey angenommen wird, daß die Weite des Planeten vom Mittelpunkte der Erde, in beyden Fällen einerley ſey, und die Erde eine kugelförmige Geſtalt habe.

Beweis. In dem rechtwinklichten Dreyecke HOT zeigt ſich folgende Proportion: HT verhält ſich zu TO, wie der Sinus des rechten Winkels O, zum Sinus des Winkels THO; weil in jedem geradlinichten Dreyecke, die Seiten ſich verhalten, wie die Sinuſſe der gegenüberſtehenden Winkel. In dem Dreyecke TOL hat man gleichfalls dieſe Proportion: TL verhält ſich zu TO, wie der Sinus des Winkels LOT, zum Sinus des Winkels TLO; in dieſer letztern Proportion kann man anſtatt TL, die ihr gleiche HT ſetzen, weil angenommen wird, daß der

Planet

Planet beſtändig in gleicher Weite vom Mittelpunkte der Erde bleibt; demnach finden ſich dieſe zwo Proportionen, wo R den Sinus des rechten Winkels ausdruckt:

$$\left.\begin{array}{l} HT:TO::R:\text{Sin. }H \\ HT:TO::\text{Sin. }LOT:\text{Sin. }L \end{array}\right\} \text{folglich } R:\text{Sin. }LOT::\text{Sin. }H:\text{Sin. }L;$$

es iſt aber der Sinus des ſtumpfen Winkels, eben derſelbe, als der Sinus des Winkels L O Z, oder des Abſtandes des Planeten vom Zenith; dahero verhält ſich der Halbmeſſer, zum Sinus des Abſtandes vom Zenith, wie der Sinus der Horizontalparallaxe H, zum Sinus der Parallaxe der Höhe L.

581. Der Sinus des ſcheinbaren Abſtandes vom Zenith, iſt einerley mit dem Coſinus der ſcheinbaren Höhe, und der Halbmeſſer wird allezeit als die Einheit angenommen; folglich 1 : Coſin. der Höhe :: Sin. der Horizontalparallaxe : Sin. der Parall. der Höhe; dahero iſt der Sinus der Parallaxe der Höhe, gleich dem Sinus der Horizontalparallaxe, multiplicirt durch den Coſinus der ſcheinbaren Höhe.

582. Die Horizontalparallaxe des Mondes, die von allen Parallaxen der Planeten, die größte iſt, ſteigt nur bis auf einen Grad ohngefähr; es iſt aber der Unterſchied zwiſchen dem Sinus von einem Grade, und dem Bogen von einem Grade kaum ein Viertheil einer Secunde; folglich kann man eines ſtatt des andern gebrauchen, und überhaupt ſagen, daß die Parallaxe der Höhe, geich iſt der Horizontalparallaxe multiplicirt durch den Coſinus der ſcheinbaren Höhe. Solchergeſtalt werde ich in folgenden allezeit, den allgemeinen Lehrſatz von der Höhenparallaxe, den ich ſehr oft brauchen werde, ausdrücken;

und indem ich p die Horizontalparallaxe, und h die ſcheinbare Höhe nenne, werde ich annehmen, daß man allezeit die Parallaxe der Höhe hat = p. Coſin. h.

583. Die Horizontalparallaxe eines Geſtirnes, iſt deſto kleiner, je weiter daſſelbe entfernt iſt; denn je mehr ſich der Punkt H, dem Punkte O nähert, deſto größer wird der Winkel THO. In dem Dreyecke THO liegt folgende Proportion TH : TO :: R : Sin. THO; wenn das Geſtirn in N iſt, ſo giebt das Dreyeck TNO folgende Proportion, TN : TO :: R : Sin. TNO; aus der erſten Proportion entſteht dieſe Gleichung, TH. Sin. THO = R. TO; die zwote Proportion giebt dieſe TN. Sin. TNO = R. TO; daher iſt TH. Sin. THO = TN. Sin. TNO; folglich TH : TN :: Sin. TNO : Sin. THO; denn wenn man dieſe letzte Proportion in eine Gleichung verwandelt, ſo erhält man die Gleichung TH. Sin. THO = TN. Sin. TNO; demnach verhält ſich die Weite TH im erſten Falle, zur Weite TN im zweeten Falle, wie der Sinus der Parallaxe im zweeten Falle, zum Sinus der Parallaxe im erſten.

Eben dieſer Beweis würde ſtatt haben, der Winkel TOH ſey von welcher Beſchaffenheit er wolle, wenn nur die Punkte N und H auf einer Linie ONH wären; wenn demnach angenommen wird, daß die ſcheinbare Höhe einerley iſt, ſo ſind die Sinuſſe der Parallaxen der Höhen, in verkehrter Verhältniß der Weiten.

584. Die Parallaxe eines Geſtirnes, nimmt in eben der Verhältniß zu, als der ſcheinbare Durchmeſſer deſſelben; denn wenn ſich ein Geſtirn entfernt, ſo nimmt es in der ſcheinbaren Größe ab, in umgekehrter

kehrter Verhältniß ſeiner Weite; es nimmt aber ſeine Horizontalparallaxe ebenfalls ſo ab, und in eben der Verhältniß (583); daher iſt die Parallaxe eines Geſtirnes allezeit in Verhältniß mit ſeinem Durchmeſſer. Wenn dieſer ſcheinbare Durchmeſſer, wegen der Entfernung des Planeten, um die Hälfte abnimmt, ſo nimmt die Parallaxe auch um die Hälfte ab, und eben dieſe Verhältniß zwiſchen dem ſcheinbaren Durchmeſſer, und der Horizontalparallaxe eines Geſtirnes bleibt allezeit, ſeine Weite mag ſeyn, welche es wolle: daher iſt der Durchmeſſer des Mondes allezeit $\frac{6}{22}$ von ſeiner Parallaxe; und der Würfel dieſes Bruches, giebt die Größe des Mondes oder den körperlichen Innhalt deſſelben, in Vergleichung mit der Erde $\frac{1}{49}$.

585. Wenn man die Horizontalparallaxe eines Geſtirnes kennt, ſo iſt es leicht, ſeine Weite zu beſtimmen: denn, in dem rechtwinklichten Dreyecke THO, iſt der Halbmeſſer der Erde TO bekannt, der $1432\frac{1}{2}$ Meilen enthält, (jede von 2283 Toiſen), und der Winkel HOT, der 90° hat, weil man annimmt, daß der Planet im Horizonte ſtehe; wenn man alſo noch den Winkel THO kennt, der die Horizontalparallaxe iſt, ſo wird das Dreyeck TOH leicht aufzulöſen, und die Weite TH zu finden ſeyn; auf ſolche Art ſind die Weiten in Meilen gefunden worden, wie ſie am Ende dieſes Werkes angegeben ſind; und eben dadurch gelangen die Sternkündiger zur Vorſtellung der Weite der unermeßlichen Räume, welche die Planeten durchlaufen.

Methoden, die Horizontalparallaxe eines Planeten zu finden.

586. Die Sternkündiger ſind in allen Zeiten bemüht geweſen, die Weiten der Planeten, vermittelſt ihrer

ihrer Parallaxen zu finden, vornehmlich die Parallaxe des Mondes welche die merklichſte iſt. Die Mondfinſterniſſe reichen ein Mittel dar, das ſonſt gut genug ſeyn konnte, die Parallaxe des Mondes ohngefähr zu beſtimmen; den Beweis hiervon wollen wir beybringen, wenn wir von den Finſterniſſen handeln werden (619.)

587. Die Methode der größten Breiten, iſt vornehmlich hierzu angewandt worden, ſie beſtehet darinnen, daß man beobachtet, um wieviel die mittägige Breite des Mondes, wenn er ſehr nahe am Horizont durch den Mittagskreis geht, die größte nordliche Breite übertrifft, wenn der Mond ſehr hoch ſteht: dieſe beyden Breiten, die, aus dem Mittelpunkt der Erde geſehen, gleich ſeyn würden, können nicht anders unterſchieden ſeyn, als in Verhältniß der Parallaxe, welche die eine vermehret, und die andre verringert; wenn man demnach den Unterſchied dieſer beyden beobachteten Breiten hat, ſo kann man daraus die Parallaxe ſchließen, die dieſe Ungleichheit bewirkt hat. Dieſer Methode bediente ſich ehemahls Ptolomäus; Tycho und Flamſteed haben ſie mit gutem Erfolg angewandt.

588. Man hat auch die Methode der geraden Aufſteigungen gebraucht, wovon Regiomontanus vor 300 Jahren, den erſten Begriff gegeben hat; ſie erfodert, daß man die gerade Aufſteigung eines Planeten beobachte, wenn er in Oſten nahe am Horizont ſteht, und etliche Stunden darnach, wenn er auf der Abendſeite iſt; die gerade Aufſteigung wird durch die Parallaxe im erſten Falle vermehret, im andern aber vermindert, wenn nämlich das Geſtirn auf der Seite gegen Abend ſteht. Caſſini und Flamſteed haben ſich dieſer Art hauptſächlich bedienet, um die Parallaxe des Mars, und folglich die von der Sonne zu finden.

589. Die

589. Die dritte Art die Parallaxe zu beſtimmen, erfordert zween weit von einander entfernte Beobachter, welche die Höhe eines Geſtirnes im Mittagskreiſe zu gleicher Zeit beobachten; dieſe iſt die natürlichſte und genaueſte Art; ich habe mich derſelben im Jahr 1751 bedienet, da der Abt de la Caille auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung war, und ich zu gleicher Zeit den Mond in Berlin beobachtete, um die Parallaxe des Mondes zu finden, die noch niemals durch eine ſo genaue Methode beſtimmt worden war. (Mémoir. de l'Acad. 1751. pag. 457).

Der leichteſte Fall in dieſer Art iſt, wenn ein Beobachter in O (fig. 67) und der andre in D iſt, der von jenen um die Weite OD, ohngefähr einem Viertheil der Erde gleich, entfernt iſt. Weil der erſte ſich in O befindet, wird er ein Geſtirn H im Horizonte beobachten; der andre aber in D wird es in ſeinem Zenith wahrnehmen; in dieſem Falle wird der Winkel OHT, der die Horizontalparallaxe iſt, dem Winkel HTE gleich ſeyn, das iſt, der Ergänzung des Bogens OD, der den Abſtand beyder Beobachter oder den Unterſchied ihrer Breiten giebt; denn ich ſetze voraus daß ſie unter einerley Mittagskreiſe ſtehen.

Es iſt unmöglich daß die Beſchaffenheiten der Oerter, uns in der Ausübung einen ſo einfachen Fall als dieſen geben ſollten; daher wollen wir unterſuchen, was erfolgen kann, wenn die beyden Beobachter um jede Weite von einander entfernt ſind, und das Geſtirn ihnen in verſchiedenen Höhen erſcheint.

590. Wir wollen, wie im Jahr 1751 annehmen, daß ein Beobachter in B (fig. 68) ſich in Berlin, und ein andrer in C am Vorgebürge der guten Hoffnung befin-

findet; L ſey der Mond, den wir beyde zu gleicher Zeit im Mittagskreiſe beobachten; (es liegt nichts daran, daß dieſes ganz genau in eben dem Augenblicke geſchehe, wenn man nur weiß, um wieviel ſich die Mittagshöhe, während der beyden Durchgänge, hat ändern müſſen); CLT iſt die Parallaxe der Höhe am Vorgebürge, BLT die Parallaxe der Höhe in Berlin, die Summe beyder Parallaxen iſt der Winkel CLB, der ganze Unterſchied zwiſchen den Stellungen des Mondes, die durch die beyden Beobachter wahrgenommen worden, oder das ganze Argument der Horizontalparallaxe; eben dieſes würde ihr Unterſchied ſeyn, wenn die Beobachter alle beyde, das Geſtirn gegen Mittag, oder beyde gegen Norden ſähen. Wenn man die Parallaxen der Höhe für jede zweene Oerter hat, ſo iſt daraus leicht die Horizontalparallaxe zu finden, weil man nur nöthig hat, jede durch den Coſinus der beobachteten Höhe zu dividiren; es iſt dahero nur, die ganze Wirkung CLB in zweene Theile zu theilen, die unter ſich, wie die Coſinuſſe der Höhen ſind, und jeder von dieſen beyden Theilen, durch den Coſinus der Höhe zu dividiren, der ihm zukommt. Durch dieſe Methode habe ich die Parallaxe des Mondes, in den mittlern Weiten von 58′ 3″ gefunden; ſie ändert ſich aber, entweder wegen der elliptiſchen Geſtalt der Mondbahn, oder wegen der Anziehung der Sonne und des Mondes. Die größte Parallaxe des Mondes, (wenn er in ſeiner Erdnähe und in Oppoſition iſt) beträgt 61′ 25″, die kleinſte Parallaxe aber, die in der Erdferne in Conjunction ſtatt findet, iſt unter der Breite von Paris von 53′ 53″; die zuſammengedruckte Geſtalt der Erde macht, daß unter dem Aequator 9″ mehr, und unter den Polen 7″ weniger ſind, ſo daß die Aequatorialparallaxe des Mondes, um 16″ die Polarparallaxe deſſelben übertrifft (821).

Durch

Durch dieſe Methoden iſt auch gefunden worden, daß die Sonnenparallaxe ohngefähr von 10″ iſt; der Durchgang der Venus durch die Sonne aber, der im Jahr 1769 beobachtet worden, hat uns mit größerer Genauigkeit gewieſen, daß dieſe Parallaxe nur 8 Secunden und ein halbe beträgt, woraus folgt, daß die Sonne 400 mal weiter von uns entfernt iſt, als der Mond, weil ihre Parallaxe 400 mal kleiner iſt.

591. Wenn in der Folge, wird gezeigt worden ſeyn, daß die Erde ein zuſammengedrucktes Sphäroid iſt (816) ſo wird man daraus ſchließen müſſen, daß die Parallaxe in verſchiedenen Ländern einigen Unterſchied giebt, nachdem der Abſtand vom Mittelpunkte größer oder kleiner iſt. Die Sternkündiger haben ſeit vielen Jahren eine leichte Methode geſucht, dieſe Betrachtung in der Rechnung der Parallaxen anzuwenden; in unſern Mémoires von 1764. habe ich folgende vorgetragen.

Die Ellipſe POE ſtellt in der 69 Fig. einen Mittagskreis der Erde vor, P den erhabenen Pol, O den Ort des Beobachters, ON die Scheitellinie, oder lothrechte Linie auf den Horizont, und auf die Fläche der Erde in O; CNH die horizontale Mittagslinie, oder den gemeinſchaftlichen Durchſchnitt des Mittagskreiſes mit dem Horizonte; CON den Winkel den die Scheitellinie mit dem Halbmeſſer CO macht, der in Paris ohngefähr 15′ iſt, wovon eine Tafel Art. 821 folgen wird, dieſer ſey durch a ausgedruckt. Die ſenkrechte Linie ON, iſt wegen des kleinen Winkels CON, dem Halbmeſſer CO ſcheinbar gleich; die Größe des Halbmeſſers CO in verſchiedenen Breiten, iſt im 8ten Buche zu finden, nebſt der Tafel für die Größe, um welche die Parallaxe unter jeder Breite auf dem Erdboden, größer iſt, als die Polarparallaxe, die zur Grundlinie CP hat (821). Die Parallaxe die NO zur Grundlinie haben

würde,

würde, muß um ein Hunderttauſendtheil kleiner ſeyn, als die Horizontalparallaxe, die zur Grundlinie CO hat; man kann aber hier dieſen Unterſchied weglaſſen, weil er nur ein Dreyßigtheil von einer Secunde beträgt. Wenn der Beobachter O, in N ſtünde, würde er den Mond noch in eben dem Scheitelkreiſe wahrnehmen, wo er ihn vom Punkte O ſieht, auch in eben dem Azimuthalpunkte auf dem Horizonte; dieſes Azimuth aber, in welchem der Mond erſcheint, wenn er aus dem Punkte O oder dem Punkte N geſehen wird, da er nicht im Mittagskreiſe ſteht, iſt verſchieden von dem, wo er erſcheinen würde, wenn er aus dem Mittelpunkte der Erde C geſehen würde; die Linien vom Punkte C, und vom Punkte N, bis zum Monde verlängert, machen alsdann einen Winkel, den ich die **Parallaxe des Azimuths** nenne. Wenn die Linie die nach dem Monde zugeführet wird, ſenkrecht auf CN ſteht, ſo iſt dieſe Linie CN die Sehne oder das Maaß der Parallaxe des Azimuths; weil in ſehr kleinen Bogen, die Sinuſſe und Tangenten nicht merklich von den Bogen unterſchieden ſind, und wenn man p die Horizontalparallaxe nennt die ſich auf den Halbmeſſer CO oder ON bezieht, ſo verhält ſich 1 oder CO : Sin a oder CN : : p : Parallaxe des Azimuths; daher wird die Parallaxe die CN zukommt, indem der Mond im Horizonte iſt, und 90° Azimuth hat, das iſt indem er im erſten Scheitelkreiſe iſt, gleich ſeyn p. Sin. a.

592. Wenn der Mond ſich gegen Norden entfernt, und ſein Azimuth vom Mittag gezählet, größer als 90° wird, ſo wird der Winkel am Monde, deſſen Grundlinie CN iſt, kleiner werden. Es ſey CN (fig. 70.) eben die Linie wie in der 69ſten Fig. beſonders gezeichnet, die ſich horizontal vom Mittag nach Norden, vom Mittelpunkte der Erde bis zum Scheitelkreiſe erſtreckt; die Linie CMR ſey gegen den Punkt des Horizontes gerichtet, welcher dem Monde

zukommt,

zukommt, die auch das Azimuth des Mondes bezeichnet, welches dem Winkel NCM gleich iſt, den ich z nennen werde; die vom Punkte N auf CR gerichtete ſenkrechte Linie MN, wird das Maaß der Parallaxe des Azimuths ſeyn, anſtatt der Linie CN; denn in Anſehung dieſer Parallaxe iſt es einerley, ob der Mond vom Punkte C oder vom Punkte M geſehen wird, weil beyde Punkte in einem Scheitelkreiſe ſind, und es außer dem, wegen des Maaßes dieſer Parallaxe, beſſer iſt, den Mond als vom Punkte M geſehen zu betrachten. Es iſt aber MN=CN. Sin. NCM, oder CN Sin. z; die Parallaxe die CN zukommt, iſt p. Sin. a, daher iſt die welche MN zukommt, p Sin. a. Sin. z: dieſes iſt der allgemeine Werth der Parallaxe des Azimuths, wenn der Mond im Horizonte, und ſein Azimuth z gleich iſt.

593. Die Parallaxe des Azimuths, welche in den Rechnungen der Finſterniſſe angewandt wird (710), muß auf einem Bogen eines größten Kreiſes, der durch den Mittelpunkt des Mondes geht, parallel mit dem Horizont, oder ſenkrecht auf den Scheitelkreis, gemeſſen werden; dieſer kleine Bogen ändert ſich nicht, die Höhe des Mondes mag ſeyn welche es wolle, weil er in allen Fällen, durch die zuſammenfallenden Linien gemacht wird, die beyde von den Punkten M und N zum Monde geführet werden, entweder in der Ebene des Horizontes, oder in eben einer ſolchen Fläche von welcher der Theil NM horizontal iſt, und welche ſich am Monde vereinigen; daher wird die Parallaxe des Azimuths für jedwede Höhe des Mondes, noch ſeyn, p. Sin. a. Sin. z: der Gebrauch hiervon wird ſich bey der Rechnung der Finſterniſſe zeigen laſſen (710).

594. Dieſe Parallaxe des Azimuths, bringt eine kleine Aenderung in die Parallaxe der Höhe. Denn wenn der Beobachter in N (fig. 69) ſtünde, würde die Parallaxe der Höhe durch ON gemeſſen werden, und nach der gewöhnli-

 chen

chen Regel (582), p Coſin h ſeyn; es iſt aber die wahre Höhe, aus dem Mittelpunkte C der Erde geſehen, etwas geringer, wenn der Mond gegen Mittag des erſten Scheitelkreiſes ſteht; und etwas größer, wenn der Mond gegen Norden oder auf der Seite des erhabenen Pols ſteht, weil die Linien, eine vom Punkte C, und die andre vom Punkte N gezogen, nicht einerley Neigung haben; ſo muß man dahero eine Verbeſſerung bey der Parallaxe der Höhe anbringen, die durch die gewöhnliche Regel gefunden worden.

595. Es ſey L (fig. 70) der Mond außerhalb des Mittagskreiſes; CML die Ebene des Scheitelkreiſes, in welcher ſich der Mond befindet, ſo daß der Winkel LCM die Höhe des Mondes ſey, aus dem Mittelpunkte der Erden geſehen, indem die Linie CM zugleich in der Ebene des Horizontes, und in der Ebene des Scheitelkreiſes des Mondes iſt; es ſey auch der kleine Bogen NM ſenkrecht auf CM. Die Höhe des Mondes, aus dem Mittelpunkte C der Erde geſehen, iſt um die Größe des Winkels CLM kleiner, als die Höhe vom Punkte N, oder vom Punkte M geſehen; denn, weil der kleine Bogen NM ſenkrecht auf CM iſt, ſo iſt er es auch auf LM, weil er nothwendig ſenkrecht iſt auf der Ebene des Scheitelkreiſes LMC, und auf allen Linien die zum Punkte M in dieſer Ebene geführet werden: weil alſo die Linie NM als unendlich klein, in Anſehung der großen Weite LM angenommen werden muß, ſo ſind die Linien LM und LN einander ſcheinbar gleich; der Punkt M iſt demnach in eben der Lage, und in eben die Weite vom Monde L geſtellet, als der Punkt N, folglich iſt die Höhe des Mondes ſcheinbar eben dieſelbe, wenn ſie vom Punkte N oder vom Punkte M geſehen wird. Es iſt aber die Höhe des Mondes vom Punkte M geſehen, oder der Winkel LMR, größer als die Höhe vom Punkte C geſehen, oder um die

Größe

Größe des Winkels CLM größer als der Winkel LCM, weil in dem Dreyeck CLM, der auswendige Winkel LMR den beyden innern entgegenſtehenden Winkeln LCM, CLM zuſammen genommen, gleich iſt; dahero iſt die Höhe des Mondes vom Punkte C geſehen, um die Größe CLM kleiner, als die Höhe vom Punkte N geſehen.

596. Wenn der Mond außerhalb des Mittagskreiſes ſteht, ſo iſt dieſer Winkel CLM kleiner, als wenn der Mond im Mittagskreiſe ſteht, und dieſes in Verhältniß des Coſinus des Azimuths zum Halbmeſſer. Denn wenn der Mond im Mittagskreiſe iſt, (wenn angenommen wird, daß ſeine Höhe und ſeine Weite eben dieſelben ſind als im vorigen Falle), ſo fällt der Punkt M in N, und der Winkel LCN iſt die Höhe des Mondes; man muß ſich nämlich die Spitze L des Dreyecks CLM in die Höhe gerichtet, ſenkrecht auf der Fläche der Figur vorſtellen. Wenn man in dieſen beyden Fällen, die Größe des Winkels CLM unterſucht, ſo wird man finden daß dieſer Winkel, die Linie CM zur Grundlinie hat, wenn der Mond außerhalb des Mittagskreiſes iſt, und daß er die Linie CN zur Grundlinie hat, wenn er im Mittagskreiſe iſt; und weil übrigens alles gleich iſt, es ſey die Weite CL, oder die Neigung der Linie CL gegen die Grundlinie CN oder CM, und die Linien CM und CN äußerſt klein ſind, ſo werden die kleinen Winkel ſich gegen einander verhalten, wie ihre Grundlinien CN und CM; in dem Dreyeck CMN aber, das rechtwinklicht in N iſt, verhält ſich CN zu CM, wie der Halbmeſſer zum Coſinus des Winkels NCM der das Azimuth des Mondes iſt; folglich verhält ſich der Unterſchied CLM zwiſchen den Höhen des Mondes vom Punkte N und vom Punkte C geſehen, wenn der Mond außerhalb des Mittagskreiſes ſteht, zu eben dieſem Unterſchiede, wenn der Mond im Mittagskreiſe iſt, und gleiche Höhe hat, wie der Coſinus des Azimuths, zum Halbmeſſer.

597. Der Winkel MLC würde in dem Fall, da er am größten wäre, und da er die ganze Linie CN zur Grundlinie hätte, gleich ſeyn mit p Sin. a (591); denn er würde alsdenn die Parallaxe des Azimuths ſeyn: wenn er demnach zur Grundlinie, und zum Maaße, den kleinen Bogen CM hätte, und z das Azimuth NCM bedeutet, würde man folgende Proportion haben; 1: Coſin z: : p Sin. a: CLM; folglich würde der Winkel CLM gleich ſeyn mit p Sin. a. Coſin. z in dem Falle wenn CL ſenkrecht auf CM wäre; wegen der ſchiefen Lage der Linie CL aber, und des Winkels LCR auf der Grundlinie CM, welche den Winkel CLM verkleinert, hat er nur MS zum Maaße, das ſich zu CM verhält, wie der Sinus der Höhe MCS zum Halbmeſſer, oder wie der Sinus h: 1, dahero iſt der Winkel CLM gleich mit p Sin. a. Coſin. z Sin. h welches die Gleichung der Parallaxe der Höhe, auf dem zuſammengedruckten Sphäroid iſt.

598. Dieſe Verbeſſerung, muß zu der, für den Punkt N berechneten Parallaxe addirt werden, wenn der Mond zwiſchen dem erſten Scheitelkreiſe, und dem erhabenen Pol ſtehet; in allen übrigen Fällen, zieht man ſie von der nach gewöhnlicher Art berechneten Parallaxe ab, und ſo erhält man die wahre Parallaxe der Höhe auf dem zuſammengedruckten Sphäroid. In folgendem Buche (718), werde ich eine Methode vortragen, die Finſterniſſe durch die Parallaxen der Höhe und des Azimuths allein, zu berechnen; dieſes eben hat mich bewogen, alles was dieſe Parallaxen betrifft, hier zu erklären.

599. Wenn man die Parallaxe der Höhe, durch die Formel p Coſin h (582) berechnet, ſo nimmt man den Mittelpunkt der Erde in N (fig. 69.) in der Scheitellinie ON an, und findet den Unterſchied zwiſchen dem Orte aus dem Punkte O geſehen, und dem Orte aus dem Punkte N geſehen, mit eben der Horizontalparallaxe, die zur Grundlinie

ON

O N hat, die O C gleich iſt, es ſey auf der kugelförmigen Erde, oder auf dem Sphäroid; weil aber nothwendig der Ort des Mondes, auf den Mittelpunkt C reducirt werden muß, ſo muß man von der Parallaxe p Coſin h, die Correction p Sin. a. Sin. h Coſin z abziehen, die addirt wird, wenn das Azimuth, das vom Punkte des Mittags, oder von dem Punkte der dem erhabenen Pol entgegengeſetzt iſt, gezählet worden, größer als 90 Grade iſt. Solchergeſtalt kann man auf der zuſammengedruckten Erde, wie auf der kugelrunden Erde, den vom Punkt O geſehenen Ort, durch eine kleine Aenderung der Höhe und des Azimuths, zum Mittelpunkte C reduciren, wenn man die Halbmeſſer der Erde kennt, und die Winkel der Scheitelkreiſe, mit den Halbmeſſern der Erde, wovon eine Tafel im 8ten Buche zu finden ſeyn wird (821).

Fünftes Buch.

Von den Finſterniſſen *).

600.

Die Sonnenfinſterniſſe ereignen ſich, wenn der Mond in der Conjunction, die Sonne vor unſern Augen verdeckt; und die Mondfinſterniſſe, wenn in der Oppoſition, die Erde das Licht der Sonne, wodurch der Mond erleuchtet wurde, abhält, oder wenn der Mond in den Schatten der Erde tritt (544).

Wenn die Mondbahn, eben ſo wie die Sonnenbahn in der Ekliptik läge, ſo würden bey allen Conjunctionen, und bey allen Oppoſitionen Finſterniſſe entſtehen, es iſt aber die Mondbahn 5° gegen die Ekliptik geneigt (565), und ſchneidet ſie nur in den zween Punkten, die wir die Knoten nennen; daher können ſich die Finſterniſſe nicht eher ereignen, als in den Zeiten da der Mond nahe zu ſeinem Knoten kommt, und da er nahe genug an der Ekliptik ſteht, um uns die Sonne verdecken zu können, die niemals aus der Ekliptik weicht, oder in den Schatten der Erde zu treten, der auch beſtändig in der Ebene der Ekliptik bleibt.

601. Die Bewegungen der Sonne, des Mondes, und ſeiner Knoten, verurſachen bey den wiederkommen-

*) Ἐκλείπω, deficio: davon kömmt auch der Name Ekliptik her, weil dadurch derjenige Kreis angedeutet wird, bey welchem nothwendig die Finſterniſſe vorfallen.

menden Finſterniſſen beſtändige Ungleichheiten, deren Entwickelung den Alten ſehr viel Mühe machen mußte: es ſcheint auch daß man nur ſechs bis ſieben hundert Jahre vor Chriſti Geburt erſt angefangen habe, hierinnen eine Art von Regelmäßigkeit wahrzunehmen.

602. Weil die Alten bemerkten, daß die Finſterniſſe nicht in gleichförmigen und regelmäßigen Zeiträumen wieder erfolgten, ſo ſuchten ſie zu erforſchen wie viel Monate oder Tage zuſammen genommen werden müßten, um eine Bewegung des Mondes zu finden, die immer in einerley Zeitraume, von einerley Größe blieb; ſie funden 6585 Tage und 8 Stunden, welche 223 Mondenmonate, oder 18 Jahre und 10 Tage machten; am Ende eines ſolchen Zeitraumes, wenn die Sonne 18 Umläufe und 10° 40′ vollbracht hatte, traf immer wieder eine ähnliche Finſterniß ein. Während dieſer Zeit, hatten alle Ungleichheiten des Mondes, ihren Lauf vollendet, und fingen denſelben, ſo wohl in der Länge als Breite gemeinſchaftlich vom neuen wieder an (Almag. IV. 2. p. 77). Halley nennt dieſen Zeitraum Saros, Chaldäiſche Periode, oder Plinianiſche Periode: es iſt wahrſcheinlich, daß wenn ja die Alten ſo weit kamen, Finſterniſſe voraus zu verkündigen, wie die vom Thales 603 Jahr vor Chriſti Geburt, ſo konnte es nicht anders geſchehen, als vermittelſt dieſer Periode. So ſagte Halley die 1684 den 2ten Julius alten Stils, zu erwartende Sonnenfinſterniß im voraus, durch diejenige, welche den 22ſten Junius 1666 beobachtet worden war; dieſe Methode iſt hinreichend, wenn man ohngefähr die Monate und Tage vorherſagen will, wenn Finſterniſſe vorfallen können, und die Tafeln ſelbſt zu verbeſſern, auch eine Finſterniß, vermittelſt einer, 18 Jahr vorher beobachteten, ſehr genau voraus zu ſagen.

603. Wenn der Ort der Knoten des Mondes bekannt iſt, ſo erwählt man die Monate im Jahre, da die Sonne ſich in der Gegend dieſer Knoten befindet, und ſucht die Tage des Neu- und Vollmondes in dieſen Monaten, um zu erfahren, ob die Breite des Mondes nur ohngefähr einen Grad beträgt, denn alsdenn hat man Urſache zu glauben daß da eine Finſterniß erfolgen werde.

604. Um aber gewiß zu wiſſen, daß mit einem Neu- oder Vollmonde eine Finſterniß entſtehen muß, und die Umſtände derſelben zu berechnen, muß man die Stunde und Minute der Conjunction oder der Oppoſition zu finden wiſſen, oder den Augenblick, wenn der durch die Tafeln berechnete Ort des Mondes, eben derſelbe iſt, den die Sonne in der Ekliptik hat: man muß auch die Breite des Mondes für den Zeitpunkt der Conjunction berechnen: ferner die ſtündliche Bewegung des Mondes in der Länge und Breite, die Parallaxe, und die Durchmeſſer der Sonne und des Mondes; dieſe ſind die weſentlichen Vorbereitungsſtücke zu Berechnung aller Sonnen und Mondfinſterniſſe.

605. Durch die ſtündlichen Bewegungen des Mondes, in der Länge und Breite, muß die Neigung ſeiner Bahn gegen die Ekliptik gefunden werden; alsdenn die Neigung der wahren Bahn, hierauf die Neigung der relativiſchen Bahn; dieſes iſt nöthig bey den Mondfinſterniſſen, und ſelbſt auch bey den Sonnenfinſterniſſen, wenn man die Erſcheinungen derſelben, für verſchiedene Länder des Erdbodens haben will; hieraus erhellet, die Urſache, warum ich dieſen Artikel unter die Zahl der allgemeinen Vorbereitungsſtücke der Rechnung der Finſterniſſe ſetze.

Wenn man eine Zuſammenkunft zweener Planeten, oder eines Planeten mit einem Sterne, eine Bedeckung, oder Berührung, berechnet, hat man nur nöthig zu beſtimmen, wieviel ſich eines von den Geſtirnen dem andern nähert, oder die relativiſche Bewegung. Man verlange zum Beyſpiel, in einer Sonnenfinſterniß zu wiſſen, mit welcher Geſchwindigkeit, und nach welcher Richtung, der Mond ſich der Sonne nähert; hierzu iſt genug, wenn man ſucht, wie viel die Länge eines Planeten, die Länge des andern in Zeit von einer Stunde übertrifft, und wieviel in eben dieſem Zeitraume eine Breite größer als die andere iſt: dieſes iſt nicht die wirkliche, völlige und abſolute Bewegung, jedes von beyden Planeten, ſondern der Ueberſchuß der einen von den Bewegungen, über die andere, welcher eine Conjunction oder Finſterniß veranlaſſet.

606. Man braucht dahero, auf die Bewegung des einen von beyden Planeten, keine Aufmerkſamkeit zu richten, wenn man nur bey dem andern, den Unterſchied der beyden Bewegungen beſtimmt, oder indem man nur einen von beyden bewegen läßt, ſo läßt man ihn eben ſo viel Veränderung der Länge und Breite in Vergleichung mit dem andern machen, als er wirklich durch die Verbindung beyder zuſammengenommener Bewegungen macht; durch dieſes Mittel erhält man die ſcheinbare Conjunction beyder Geſtirne eben ſo wohl, als wenn man beyde Bewegungen zugleich in Betrachtung zöge.

607. Daher betrachtet man, bey der Berechnung einer Zuſammenkunft zweener Planeten, nur die relativiſche Bewegung, das iſt, die Bewegung des einen in Anſehung des andern, und einen von beyden nimmt man als feſtſtehend an; dieſe Annehmung ändert in

der Beſchaffenheit der Dinge gar nichts, und dient nur, die Rechnung einfacher zu machen; denn wenn ein Planet, ſtündlich 36 Min. gegen Morgen fortruckt, und der andre 2 Min. nach eben der Seite, ſo iſt offenbar, daß in Vergleichung des einen mit dem andern, nur 34 Min. Veränderung ſeyn werden, und ſie werden in eben dem Abſtande ſeyn, als wenn einer feſtſtehend geblieben wäre, und der andre nur 34′ Bewegung gehabt hätte. Der Abſtand in welchem uns die beyden Planeten erſcheinen, da einer mit dem andern verglichen wird, iſt eine kleine gerade Linie, die Hypothenuſe eines Dreyecks, deſſen beyde Schenkel den Unterſchied der Länge, und den Unterſchied der Breite geben; daher wird dieſer Abſtand immer eben derſelbe bleiben, wenn man eben dieſelben Unterſchiede in der Länge und in der Breite hat, er mag aus zwo Bewegungen oder aus einer allein erfolgt ſeyn.

608. Es kann demnach ein Dreyeck MNO (fig. 71) gemacht werden, von deſſen Seiten MN und NO, jede beſonders, dem Unterſchiede der ſtündlichen Bewegungen in der Länge und in der Breite gleich iſt, der Winkel OMN, wird die Neigung der relativiſchen Bahn ſeyn, und MO die ſtündliche Bewegung, auf dieſer relativiſchen Bahn; man kann annehmen, daß der Mond MO beſchrieben hat, indem die Sonne in M unbewegt ſtehen geblieben: vermittelſt dieſer Vorausſetzung, erhellet, daß die beyden Planeten, eben ſo viel, ſo wohl in der Länge, als in der Breite unterſchieden ſeyn werden, als wenn man jedem ſeine eigene Bewegung gelaſſen hätte; es wird demnach alles unter ihnen eben ſo vorgehen, und alle Erſcheinungen werden eben dieſelben ſeyn, wie vorhero; die Vorausſetzung der relativiſchen Bahn MO, wird die Rechnung einfa-

facher machen, indem ſie eine einzige Bewegung annimmt, die ſo viel, als zwo andere thut.

609. Daher iſt die relativiſche Bahn MO, diejenige, welche anſtatt der wahren Bahn angenommen werden muß, und in welcher ſich einer von den beyden Planeten bewegen könnte, ohne daß ſeine wirklichen Entfernungen, in Vergleichung mit dem andern, ſollten verändert ſcheinen können. In dem Dreyecke MNO finden ſich folgende Proportionen aus der ebenen Trigonometrie: MN verhält ſich zu NO, wie der Halbmeſſer zur Tangente des Winkels OMN; und der Coſinus des Winkels OMN verhält ſich zum Halbmeſſer, wie MN zu MO; um alſo die Neigung der relativiſchen Bahn, und die ſtündliche relativiſche Bewegung zu finden, werden folgende Proportionen gemacht werden müſſen: Der Unterſchied der beyden ſtündlichen Bewegungen in der Länge, verhält ſich zum Unterſchiede der Bewegungen in der Breite, wie der Halbmeſſer, zur Tangente der relativiſchen Neigung. Ferner, der Coſinus der relativiſchen Neigung, verhält ſich zum Halbmeſſer, wie der Unterſchied der ſtündlichen Bewegungen in der Länge, zur ſtündlichen Bewegung MO in der relativiſchen Bahn. Dieſe werden wir zum Gebrauche anwenden (620), und ein Beyſpiel hiervon geben im Art. 621. *)

610. In dieſen beyden Proportionen nimmt man an, daß die Planeten, nach einerley Richtung, ſo wohl in der Länge als in der Breite fortgehen; wenn aber einer rechtläufig, und der andre rückgängig wäre,

*) Die relativiſche Bahn, iſt von der ſcheinbaren Bahn wohl zu unterſcheiden (718).

re, das iſt, wenn eine von den Längen wachſend, und die andre abnehmend wäre, ſo müßte man die Summe der ſtündlichen Bewegungen in der Länge, anſtatt ihres Unterſchiedes nehmen. Desgleichen, wenn eine von den Breiten zunehmend, und die andre abnehmend wäre, auf einerley Seite der Ekliptik; wenn nämlich eine nach Norden, die andre nach Süden durch die ſtündliche Bewegung in der Breite gienge, würde man die Summe der Bewegungen in der Breite, anſtatt ihres Unterſchieds nehmen müſſen; alles dieſes kann vorkommen, wenn man die Bedeckungen der Planeten durch den Mond berechnet (725).

611. In den Mondfinſterniſſen, wird nicht die Sonne, ſondern der, der Sonne entgegengeſetzte Punkt, als einer von den beyden Planeten betrachtet; dieſer der Sonne entgegengeſetzte Punkt, welcher der Mittelpunkt des Erdſchattens iſt, hat eben die ſtündliche Bewegung in der Länge, als die Sonne ſelbſt, und muß demnach als die Sonne behandelt werden. Weil die Sonne keine ſtündliche Bewegung in der Breite hat, ſo wird nur die vom Monde allein, in den beyden Verhältniſſen des 609ten Artikels gebraucht.

612. In der Rechnung der Mondfinſterniſſe kann man 8 Secunden zu dem Unterſchiede der ſtündlichen Bewegungen in der Länge hin zu thun, um die relativiſche oder zuſammengeſetzte Bewegung des Mondes zur Sonne zu erhalten, und dadurch die zwote Proportion vermeiden, weil in einem Dreyecke, wo ein Winkel $5^{\circ}\frac{1}{2}$ iſt, und die Hypothenuſe einen halben Grad hat, der große Schenkel ohngefähr 8″ weniger, als die Hypothenuſe enthält.

613. Bey den Sonnenfinſterniſſen, und Bedeckungen der Fixſterne, die man nicht berechnen, ſondern

dern durch Zirkel und Linial finden will (695), iſt nicht nöthig, die Neigung der Mondbahn, genauer als ohngefähr 5 Min. zu wiſſen, man kann alsdenn beſtändig annehmen, daß die Neigung von 5° 40′ für die Sonnenfinſterniſſe, und 5° 9′ für die Bedeckungen der Sterne iſt; wenn man aber die Finſterniſſe ſcharf berechnen will, auch ſelbſt bey der Bedeckung eines Sternes vom Monde, muß die ſtündliche Bewegung des Mondes in der Länge, und in der Breite geſucht, und die Proportionen des 609ten Artikels angewandt werden.

Von den Mondſinſterniſſen.

614. Die Mondſinſterniß, iſt eine Dunkelheit, die auf der Mondſcheibe, durch den Schatten der Erde hervorgebracht wird. Die gänzliche Finſterniß (totalis), iſt diejenige, wo der Mond völlig verdunkelt wird: die nicht gänzliche (partialis) aber, da ein Theil der Mondſcheibe ſein Licht behält. Die centrale Finſterniß iſt diejenige, welche ſich ereignet, wenn die Oppoſition in dem Punkte des Knoten ſelbſt geſchiehet; der Mond geht alsdenn durch den Mittelpunkt des Schattenkegels.

615. Es giebt Jahre, in welchen keine Mondfinſterniß vorfällt, wie 1767, gemeiniglich aber ereignen ſich verſchiedene in jedem Jahre.

616. Wenn der Mond in dem Zeitpunkte ſeiner wahren Oppoſition, ſo weit von ſeinen Knoten abſtehet, daß ſeine Breite mehr als 64 Minuten beträgt, ſo kann keine Verfinſterung entſtehen, weil der Erdſchatten (618) in der Mondbahn niemals mehr als 47 Minuten, und der Halbmeſſer 17 Min. einnehmen: wenn alſo, der Mondrand, den Erdſchatten berüh-

berühren ſoll, ſo muß der Abſtand ihrer Mittelpunkte, oder die Breite des Mondes, nicht 64′ überſchreiten: wenn dieſer Abſtand 30′ übertrifft, ſo kann die Finſterniß keine gänzliche ſeyn.

617. Wir meſſen die Bewegungen des Mondes, durch die Bogen am Himmel ab, die er zu beſchreiben ſcheint; es iſt dahero nöthig, gleichermaßen den Schatten zu meſſen, durch welchen er bey den Finſterniſſen geht, oder die Breite des Schattenkegels, der ſich von der Erde bis hinter ihn erſtreckt, in dem ſie das Sonnenlicht abhält, wie alle undurchſichtige Körper thun.

Es ſey S der Mittelpunkt der Sonne (Fig. 72.), T der Mittelpunkt der Erde, L der Mittelpunkt des Mondes in der Oppoſition, SA der Halbmeſſer der Sonne, TB der Halbmeſſer der Erde, LC der Halbmeſſer des Erdſchattens, in der Gegend, wo der Mond durch ihn gehen muß; dieſe Linie LC iſt der Halbmeſſer des Kreiſes, der den Durchſchnitt macht, und ſteht ſenkrecht auf der Axe des Schattenkegels, in der Gegend des Mondes.

Der Winkel CTL, der im Mittelpunkt der Erde gemacht wird, und die Seite CL zur Grundlinie hat, iſt das, was man den Halbmeſſer des Erdſchattens nennt; es iſt der Winkel, unter welchem uns die Bewegung des Mondes erſcheint, oder der Bogen ſeiner Bahn, den er während der halben Dauer einer Centralfinſterniß beſchreibt, oder indem er von C in L den Schatten durchſchneidet.

618. In dem geradlinichten Dreyecke CAT, deſſen Seite AT bis in D verlängert worden, iſt der auswendige Winkel CTD ſo groß, als die beyden in-

nern

nern entgegenſtehenden Winkel zuſammen genommen, nämlich die Winkel BAT und BCT, von welchen einer die Parallaxe der Sonne, der andre die Parallaxe des Mondes iſt (579); demnach iſt der Winkel CTD der Summe der Parallaxen gleich; nimmt man den Winkel LTD davon, ſo bleibt der Winkel CTL oder der Halbmeſſer des Schattens; es iſt aber der Winkel LTD dem entgegengeſetzten Winkel ATS gleich, der den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne miſſet; wenn man dahero von der Summe der Parallaxen, den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne abziehet, ſo wird der Reſt, der Halbmeſſer des Schattens ſeyn, der in der Gegend des Mondes, in der Weite TL von der Erde, abgeſchnitten worden; der durch dieſe Durchſchneidung des Schattenkegels entſtehende Kreis, iſt in der 73ſten Figur beſonders abgebildet worden, wie er von vorne erſcheinen muß; es iſt dieſer der Schattenkreis, deſſen Halbmeſſer LC in der 72ſten Figur iſt, wo der Schatten von der Seite vorgeſtellet wird.

Exempel. Die Horizontalparallaxe des Mondes, in dem Zeitpunkte der Oppoſition, am 17ten März 1764, war 60′ 56″, die Horizontalparallaxe der Sonne, iſt beſtändig $8\frac{1}{2}$ Secunden (590), die Summe der Parallaxen iſt demnach 61′ 5″; zieht man hiervon den Halbmeſſer der Sonne 16′ 5″ ab, ſo erhält man für den Halbmeſſer des Schattens 45′ 0″. Hierzu müſſen noch ohngefähr 45″ addirt werden, oder eben ſo viel Secunden, als es Minuten ſind, welches wegen der Dunſtkugel der Erde geſchiehet, die den Schatten ohngefähr um ein Sechzigtheil zu vermehren ſcheint.

Der nach vorhergehender Regel gefundene Halbmeſſer des Schattens, kann von 37′ 46″ bis auf 46′ 19″ Veränderung annehmen; er iſt am größten, wenn der Mond in der Erdnähe, und die Sonne in der Erdferne ſtehen.

619. Weil der Halbmeſſer des Schattens, der Summe der Parallaxen, weniger den Halbmeſſer der Sonne gleich iſt, und die Sonnenparallaxe ſehr klein iſt, ſo erhellet, daß man den Halbmeſſer des Schattens finden kann, wenn man den Halbmeſſer der Sonne, von der Mondparallaxe abzieht; wenn man dahero die Größe dieſes Halbmeſſers des Schattens, aus der beobachteten Dauer einer Finſterniß gefunden hat, und ſetzt den Halbmeſſer der Sonne darzu, ſo kann man dadurch die Mondparallaxe erhalten. Dieſe Methode hat zu Erfindung dieſer Parallaxe brauchbar ſeyn können, als ſie noch wenig bekannt war (586).

Die Erſcheinungen einer Mondfinſterniß zu finden.

620. Wenn man den Zeitpunkt des Vollmondes, oder der wahren Oppoſition kennt (604), imgleichen die Breite des Mondes für dieſe Zeit, und die Neigung ſeiner Bahn, welche von der ſtündlichen Bewegung des Mondes, ſowohl in der Länge als in der Breite herkommt, ſo muß man ſuchen, die Zeit des Mittels der Finſterniß zu beſtimmen.

In der 73ſten Figur ſey O der Punkt der Ekliptik, welcher der Sonne entgegengeſetzt iſt, oder der Mittelpunkt des Erdſchattens, in der Weite des Mondes; OG der Halbmeſſer des Schattens, ELS die relativiſche Bahn des Mondes (609); L der Ort des

Mon-

Mondes, in dem Augenblicke der Oppoſition, OL die Breite des Mondes oder ſein Abſtand von der Ekliptik KG; OM die ſenkrecht auf die relativiſche Bahn EMS geſtellte Linie. Weil der Mond in dem Augenblicke, da die Finſterniß anfängt, in E iſt, ſo berührt der Mondrand in P den Umfang des Schattens; ſo iſt alſo E der Ort des Mondes bey Anfang der Finſterniß; desgleichen iſt der Punkt S der Ort des Mondes am Ende der Finſterniß, oder beym Austritte aus dem Schatten. Die Dreyecke MOE, MOS ſind einander gleich, weil ſie eine gemeinſchaftliche Seite OM, und gleiche Schenkel OE, OS haben, und beyde in M rechtwinklicht ſind; daher iſt die Seite EM, der Seite MS gleich; folglich bezeichnet der Punkt M, das Mittel der Finſterniß; anſtatt daß die Zeit der Oppoſition eintritt, wenn der Mond im Punkte L ſeiner Bahn iſt, auf einem Breitenkreiſe OL, der, in dem der Sonne gerade entgegengeſetztem Punkte O, ſenkrecht auf der Ekliptik KG ſteht.

621. In dem Dreyecke LOM, das durch den Breitenkreis OL, und die ſenkrechte Linie OM gemacht wird, iſt der Winkel LOM, der Neigung der relativiſchen Bahn des Mondes gleich (609); weil die ſenkrechte Linie auf die Bahn, und die ſenkrechte Linie auf die Ekliptik, nothwendig eben denſelben Winkel machen, den die Bahn mit der Ekliptik macht; mit dieſem Winkel, hat man auch die Seite LO als die Breite in der Oppoſition; es wird demnach LM durch folgende Proportion gefunden: der Halbmeſſer verhält ſich zum Sinus der Neigung, wie die Breite OL zum Abſtande LM. Durch die ſtündliche Bewegung des Mondes, wird dieſer in Zeit verwandelt, wenn man ſagt: Die relativiſche ſtündliche Bewegung

des Mondes (609) verhält ſich zu 1 St. oder 3600″, wie der Abſtand ML, zu der Zeit, die zwiſchen der Conjunction, und dem Mittel der Finſterniß ſeyn wird. Dieſen Zeitraum zieht man von dem Augenblicke ab, in welchem die Oppoſition geſchiehet, wenn die Breite des Mondes zunehmend iſt; hingegen addirt man ihn zu der Zeit der Oppoſition, wenn die Breite abnehmend iſt, oder wenn der Mond ſich der Ekliptik und dem Knoten zu nähern anfängt, und ſolchergeſtalt erhält man das Mittel der Finſterniß.

622. **Exempel.** Für die Mondfinſterniß am 17ten März 1764 findet man aus den Tafeln, daß der Vollmond oder die Oppoſition hat erfolgen müſſen, um 12 Uhr 6′ 12″; die ſtündliche Bewegung des Mondes iſt 37′ 23″ in der Länge; und 3′ 26″ in der Breite geweſen; die ſtündliche Bewegung der Sonne iſt gefunden worden 2′ 29″; der Unterſchied der ſtündlichen Bewegungen, 34′ 54″ verhält ſich zur Bewegung in der Breite 3′ 26″, wie der Halbmeſſer, zur Tangente der relativiſchen Neigung 5° 37′: der Coſinus dieſer Neigung 5° 37′, verhält ſich zum Halbmeſſer, wie der Unterſchied der ſtündlichen Bewegungen in der Länge 34′ 54″, zur ſtündlichen Bewegung des Mondes in ſeiner relativiſchen Bahn 35′ 4″.

Die Breite des Mondes in der Oppoſition war 38′ 42″; der Halbmeſſer verhält ſich zum Sinus der Neigung 5° 37′, wie die Breite 38′ 42″ zu dem Abſtande ML, den man von 3′ 47″ in Theilen der Grade findet. Die relativiſche ſtündliche Bewegung 35′ 4″ verhält ſich zu 60′ 0″, wie 3′ 47″ zu 6′ 28″ Zeit; dieſen Zwiſchenraum addirt man, weil die Breite abnehmend war, indem der Mond noch nicht zu ſeinem Knoten gekommen war; und weil die Zeit der Oppo-

ſition

ſition 12 St. 6′ 12″ iſt, ſo findet ſich das Mittel der Finſterniß um 12 Uhr 12′ 40″, das iſt, den 18ten März 0 St. 12′ 40″ des Morgens.

623. Eben dieſe Größen, welche den Unterſchied LM zwiſchen der Conjunction und dem Mittel der Finſterniß zu finden gedient haben, können auch gebraucht werden, den kürzeſten Abſtand OM der Mondbahn vom Mittelpunkte des Schattens zu beſtimmen; denn in dem in M rechtwinklichten Dreyecke LOM, kennt man LO, welches die Breite iſt zur Zeit der Conjunction, und den Winkel LOM, der der Neigung der relativiſchen Bahn des Mondes gleich iſt, und findet demnach die Seite OM von 38′ 31″.

624. Zu Beſtimmung des Anfanges und Endes der Finſterniß, ſey E der Mittelpunkt des Mondes, bey ſeinem Eintritte in den Schatten, wenn die Finſterniß anfängt, oder der erſte Rand des Mondes in P den Rand des Schattens berühret. Die Weite OE der Mittelpunkte des Mondes und des Schattens, beſteht aus den Längen OP und PE; wovon eine OP der Halbmeſſer des Schattens (618), und die andre, der Halbmeſſer des Mondes EP iſt; desgleichen beſteht die Weite OS am Ende der Finſterniß, aus den Längen OR und RS, ſie iſt nämlich ebenfalls der Summe der Halbmeſſer des Schattens, und des Mondes gleich; in unſerm Exempel findet ſich dieſes von 1° 3′ 19″.

625. In dem Dreyecke OEM, das in M rechtwinklicht iſt, kennt man die ſenkrechte Linie OM (623), und die Summe OE der Halbmeſſer des Mondes und des Schattens; die dritte Seite ME

wird geſucht werden: dieſe Seite ME muß man in Zeit verwandeln, durch folgende Proportion: Die ſtündliche Bewegung des Mondes in ſeiner relativiſchen Bahn 35′ 4″, verhält ſich zu 1 Stunde oder 3600″, wie die gefundene Seite ME, 50′ 15″, zur halben Dauer der Finſterniß, 1 St. 25′ 59″.

626. Dieſe halbe Währung der Finſterniß, iſt die Zeit, welche der Mond anwendet, von E in M zu kommen; das Mittel der Finſterniß in M aber, iſt gefunden worden 12 St. 12′ 40″ (622); zieht man nun davon 1 St. 25′ 59″ ab, ſo erhält man für den Anfang der Finſterniß 10 St. 46′ 41″; und wenn man ſie addiret, findet ſich das Ende der Finſterniß 13 St. 38′ 39″.

627. In den Mondfinſterniſſen, die gänzlich ſind, hat man noch zwo andre Erſcheinungen zu beſtimmen, nämlich den Eintritt (Immerſio) und Austritt (Emerſio) in N und R (Fig. 74.); der Mittelpunkt des Mondes iſt in D, in dem Augenblicke, da er ſo weit in den Schatten eingetreten iſt, daß ſein letzter Rand N, den innern Rand des Schattens berühret; hierbey zeigt ſich ein neues Dreyeck OMD, deſſen Hypothenuſe OD, dem Unterſchiede zwiſchen dem Halbmeſſer des Schattens ON, und dem Halbmeſſer des Mondes DN, gleich iſt; die Auflöſung aber, iſt eben ſo beſchaffen, wie die im 625ſten Artikel; die halbe Dauer der gänzlichen Finſterniß, wird vom Mittel der Finſterniß abgezogen, um den Eintritt zu erhalten, der in D erfolgt, und ſie wird addirt, um den Austritt, der in V geſchiehet, zu beſtimmen.

628. Wenn man den kürzeſten Abſtand der Mittelpunkte OM (Fig. 73.) gefunden hat, nebſt dem

Halb-

Halbmeſſer des Schattens OA, und dem Halbmeſſer des Mondes MB, ſo iſt der verfinſterte Theil des Mondes leicht zu finden, nämlich die Größe AC. Denn AM iſt = OA - OM, wenn man hierzu MC addirt, ſo erhält man AC; daher iſt AC = OA + MC - OM, das heißt, der verfinſterte Theil, iſt der Summe der Halbmeſſer des Mondes und des Schattens gleich, weniger den kürzeſten Abſtand. Eben ſo wird mit dem Theil AC (Fig. 74.) verfahren, den man auch die Größe der Verfinſterung nennt, indem hierbey der Theil des Schattens mit begriffen iſt, der ſich über den Mond erſtreckt.

Exempel. In der Finſterniß den 17ten März 1764, war die Summe der Halbmeſſer 63′ 19″, der kürzeſte Abſtand 38′ 31″, der Unterſchied 24′ 48″ iſt der verfinſterte Theil AC. Weil es eingeführt iſt, dieſen in Zollen oder Zwölftheilen des Durchmeſſers des Mondes anzugeben, ſo wird folgende Proportion gemacht werden müſſen: der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes 33′ 18″ verhält ſich zu 12 Zollen 0 Minuten, wie 24′ 48″ zur vierten Proportionalzahl, die 8 Zolle 56′½ gefunden wird: ſolchergeſtalt iſt die Größe der Finſterniß von 8 Zollen, und 56′½ des Zolles.

629. Man kann auch ohne Rechnung, durch Zirkel und Linial, alle Umſtände einer Mondfinſterniß beſtimmen, wenn man nur aus den Tafeln, die Zeit der Conjunction, die Breite, die Parallaxe, und die ſtündliche Bewegung zu finden weiß. Dieſe Methode iſt auch genugſam zureichend, wenn man bloß die Abſicht hat, die Finſterniſſe voraus anzuzeigen, die vorfallen müſſen: denn wenn nur die Figur einen Fuß im Durchmeſſer hält, ſo kann man ſich bey dieſer Art der Zeichnung nicht um eine Minute irren; und man

kann auch bey der Vorausſagung einer Mondfinſterniß von keiner größern Genauigkeit verſichert ſeyn; indem man von der Beobachtung ſelbſt, kaum auf eine Minute gewiß ſeyn kann. Ich glaube dahero, daß man ſich durch dieſe Art der Zeichnung, bey allen Mondfinſterniſſen ſehr wohl wird befriedigen können.

630. Exempel. Weil der Halbmeſſer des Erdſchattens in der Gegend des Mondes, von 46′ gefunden worden (618); ſo wird der Halbmeſſer OG (Fig. 73.) in 46 Theile getheilet; OL wird der Mondbreite $38'\frac{1}{7}$ gleich genommen; und durch den Punkt L die Mondbahn ELS gelegt, die 5° 37′, oder 5° 40′ (613) gegen die Parallellinie mit der Ekliptik geneigt iſt. Weil ferner die ſtündliche relativiſche Bewegung 35′ beträgt, ſo werden 35′ von den Theilen in OG genommen, und auf der Bahn von L in X geſetzt; und da in L, die Zeit der Conjunction 12 St. 6′ bemerkt worden, ſo wird 11 St. 6′ in den Punkt X, der vom Punkte L um die Größe der ſtündlichen Bewegung entfernt iſt, geſetzt; XL wird in 60′ der Zeit getheilet, und eben die Eröffnungen des Zirkels, dienen, den übrigen Theil der Bahn ELMS abzutheilen. Mit einer Eröffnung des Zirkels von 1° 3′ wird die Summe der beyden Halbmeſſer, des Schattens und des Mondes, von O in S auf der relativiſchen Bahn abgeſtochen, und auf den Abtheilungen der Punkt S getroffen werden, der mit 13 St. 39 Min. eben ſo übereinkommt, als durch die Berechnung gefunden worden (626.).

631. Der Halbſchatten iſt eine geringere Dunkelheit, als die vom Schattenkegel; er iſt ein ſchwaches Licht, das von einem Theile der Sonnenſcheibe herkommt, die den Mond annoch erleuchtet, wenn

auch

auch ihr Mittelpunkt, ihn nicht mehr erleuchten kann. Der Punkt E (Fig. 72.), der an der Seite OEP des Schattenkegels liegt, iſt in völliger Dunkelheit, weil er von keinen Sonnenſtrahl erleuchtet werden kann; der Punkt F hingegen, der in der Linie AGF liegt, die vom obern Rande A der Sonne, zum untern Rande G der Erde fortgehet, genießet eines vollſtändigen Lichtes, weil aus ihm die ganze Sonnenſcheibe AO geſehen werden kann; die Punkte aber, die ſämmtlich zwiſchen E und F liegen, können nur einen Theil der Sonnenſcheibe ſehen, und erhalten nur einen Theil vom Sonnenlichte, wovon der Halbſchatten entſteht; eben dadurch wird der Anfang einer Mondfinſterniß immer ungewiß gemacht, ſo, daß man in Beſtimmung deſſelben, bisweilen um etliche Minuten irren kann.

632. Bey der Farbe der Mondfinſterniſſe, wird viel beträchtliche Verſchiedenheit beobachtet: wenn der Mond in der Erdferne iſt, ſo gehet er durch den Schattenkegel, näher bey der Spitze deſſelben, alsdenn erſcheint er mehr röthlich von Farbe, und viel heller, als wenn die Finſterniſſe in der Erdnähe erfolgen; denn in der Erdnähe, kommen die in der Dunſtkugel der Erde gebrochenen Lichtſtrahlen, die ſich in dem Schattenkegel zerſtreuen, und deſſen Dunkelheit vermindern, nicht bis zum Mittelpunkt des Schattens, oder zur Axe des Kegels, der in dieſem Punkte ſehr breit iſt; und weil auch der Mond da viel näher bey der Erde ſteht, ſo iſt die Dunkelheit, die ſie auf dem Monde veranlaſſet, viel ſtärker.

633. Hierdurch wird begreiflich, wie der Mond zuweilen bey gänzlichen Mondfinſterniſſen völlig hat

verſchwinden können, dergleichen den 15ten Junius 1620 und den 9ten December 1601 geſchehen: nach Keplers Berichte ließ ſich der verfinſterte Rand, gar nicht mit Unterſchiede erkennen. Hevel verſichert, wenn er von der am 25ſten April 1642 vorgefallenen Finſterniß, Nachricht giebt, daß man auch nicht durch Fernröhre, den Ort des Mondes habe entdecken können, obgleich der Himmel ſo heiter geweſen, daß man die Sterne der fünften Größe habe erkennen können; dergleichen gänzliche Verſchwindung des Mondes bey den Finſterniſſen aber, ereignet ſich ſehr ſelten.

Von den Sonnenfinſterniſſen.

634. Die Sonnenfinſterniſſe entſtehen durch die Zwiſchenſtellung des Mondes, der in ſeinen Conjunctionen bisweilen gerade zwiſchen uns und der Sonne durchgehet: er verdeckt ſie uns alsdenn entweder ganz, oder nur zum Theil. Die gänzlichen Sonnenfinſterniſſe (totales) ſind diejenigen, wo die Sonne völlig von dem Monde bedeckt zu ſeyn ſcheint, indem der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes, größer iſt, als der von der Sonne. Die ringförmigen Finſterniſſe (annulares) ſind, wo der Mond völlig vor der Sonne zu ſtehen ſcheint, weil alsdenn der Durchmeſſer der Sonne am größten ſcheint, ſo übertrifft er den Durchmeſſer des Mondes auf allen Seiten, und macht einen Ring oder leuchtende Krone um ihn her: von ſolcher Art war die Finſterniß am 1ſten April 1764, die zu Cadix, Rennes, Calais und Pello in Lappland ringförmig geſehen worden. Die centralen Sonnenfinſterniſſe, ſind diejenigen, da der Mond in dem Augenblicke der ſcheinbaren Conjunction, keine Breite hat; ſo erſcheint alsdenn ſein Mittelpunkt, auf dem Mittelpunkte der Sonne

ſelbſt,

ſelbſt, und die Finſterniß iſt gänzlich oder ringförmig, da ſie zu gleicher Zeit central iſt.

635. Die alleràlteſten Schriftſteller, haben uns große Sonnenfinſterniſſe, als merkwürdige Begebenheiten gemeldet. Im 13ten Kapitel des Propheten Eſaias iſt davon Erwähnung geſchehen; desgleichen im Homer, und Pindar; in des Plinius 2ten Buch 12ten Kapitel, in des Dionyſius von Halikarnaß 2tem Buch. Dieſer letztere ſagt, daß bey der Geburt des Romulus, und bey ſeinem Tode, gänzliche Sonnenfinſterniſſe geweſen, bey welchen es auf dem Erdboden eben ſo dunkel geworden, als mitten in der Nacht. Herodot meldet, daß im 6ſten Jahre des Krieges zwiſchen den Lydiern und Medern, ſich während der Schlacht, der Tag in eine völlige Nacht verwandelt habe; Thales von Mileto hatte ſie auf dieſes Jahr voraus verkündiget. Plinius gedenket im 2ten Buche 2ten Kap. auch dieſer Vorherſagung des Thales, und Coſtard zeigt, daß dieſe Finſterniß, die vom 17ten May 603 Jahre vor Chriſti Geburt geweſen (Philoſ. Trans. 1753. pag. 23). Man findet ähnliche Finſterniſſe, in den Jahren 431, 190, und 50 Jahre vor Chriſti Geburt, und in den Jahren darnach 59, 100, 237, 360, 787, 840, 878, 957, 1133, 1187, 1191, 1241, 1415, 1485, 1544, 1560, (Kepler aſtronom. pars opt. pag. 290 u. f.) Man findet ein genaues Verzeichniß von allen, ſeit dem Anfange der gemeinen Zeitrechnung, vorgefallenen Finſterniſſen in dem in Folio 1770 herausgekommenen Buche L'art de vérifier les dates.

636. Der Anblick einer gänzlichen Sonnenfinſterniß, iſt in der That eine ſehr ſonderbare Sache. Cla-

vius, der ein Zeuge, von der am 21ſten Auguſt 1560 zu Conimbra vorgefallenen, war, meldet uns, daß die Dunkelheit, ſo zu ſagen, größer oder wenigſtens merklicher und empfindlicher war, als die Dunkelheit der Nacht; man ſahe gar nicht, wo man den Fuß hinſetzen ſollte, und die Vögel fielen, aus Schrecken, den ihnen eine ſo traurige Dunkelheit verurſachte, auf die Erde nieder.

637. Seit ſehr langer Zeit iſt in Paris keine andere gänzliche Finſterniß geweſen, als die vom 22ſten May 1724; die gänzliche Dunkelheit dauerte 2′$\frac{1}{4}$; man ſahe mit bloßen Augen die Sonne, den Merkur und die Venus, die in einer geraden Linie ſtunden: wegen der Wolken erſchienen wenig Sterne. Der erſte kleine Theil der Sonne, der ſich wieder entdeckte, warf einen ſo ſchnellen und ſo lebhaften Bliz von ſich, der die ganze Dunkelheit zu zerſtreuen ſchien (Hiſt. de l'Acad. 1724); die Finſterniß 1706 war von 10 Zollen und 58 Minuten: es blieb ohngefähr $\frac{1}{12}$ vom Sonnendurchmeſſer, deſſen Licht wirklich eine ſchreckliche und traurige blaſſe Farbe zeigte; unterdeſſen konnten doch alle Gegenſtände eben ſo leicht, als am helleſten Tage unterſchieden werden (Hiſt. acad. 1706). Dieſe Finſterniß war in Montpellier gänzlich, und man nahm daſelbſt um den Mond einen lichten blaßen Ring wahr, der ein Zwölftheil vom Durchmeſſer des Mondes auf der Seite breit war, da er am merklichſten ſchien; weil aber ſein Schein in der Ausbreitung nach und nach ſchwächer wurde, ſo konnte man ihn noch 4 Grade rund um den Mond wahrnehmen.

638. Bey der Sonnenfinſterniß den 23ſten Sept. 1699 blieb vom Sonnendurchmeſſer zu Greifswalde in Pommern nur $\frac{1}{180}$ übrig; die Dunkelheit war ſo

ſo groß daſelbſt, daß man weder leſen noch ſchreiben konnte; einige Perſonen ſahen da vier Sterne, dieſe müſſen Merkur, Venus, Regulus, und die Kornähre der Jungfer geweſen ſeyn (Hiſt. acad. 1700).

639. Die Sonnenfinſterniſſe ereignen ſich an einem beſtimmten Orte, ſeltener als die Mondsfinſterniſſe: die Urſache hiervon fällt leicht in die Augen; denn weil der Mond ſehr viel kleiner als unſre Erde iſt, ſo kann er nur einen ſehr kleinen Theil derſelben bedecken; bisweilen reicht auch die Spitze ſeines Schattenkegels nicht bis zu uns, wie in den ringförmigen Finſterniſſen geſchiehet. Alle Jahre fallen verſchiedene Finſterniſſe vor, zuweilen bis auf ſechs, wenn man die vom Monde und der Sonne zuſammen nimmt; man kann ſie aber an einem beſtimmten Orte nicht alle wahrnehmen; denn von 1755 bis 1764 mit eingeſchloſſen, finden ſich nur vier Sonnenfinſterniſſe, die in Paris ſichtbar geweſen, indem man daſelbſt eilf Mondsfinſterniſſe hat ſehen können.

Weil der König zu wiſſen verlangte, ob in dem Zeitraume von etlichen Jahren, gänzliche Finſterniſſe zu Paris ſichtbar ſeyn würden, ſo bewog ich den Herrn du Vaucel, dieſe Unterſuchung zu übernehmen: er fand, daß von jetzo bis zum Jahr 1900, in Paris 59 Finſterniſſe ſichtbar ſeyn würden, unter welchen keine daſelbſt gänzlich ſeyn könne, und nur eine werde ringförmig erſcheinen; dieſe wird den 9ten October 1847 erfolgen (Mémoir. préſentés, etc. Tom. V. pag. 575.)

640. Die Berechnung der Sonnenfinſterniſſe, iſt viel ſchwerer und weitläuftiger, als die Berechnung der Mondsfinſterniſſe, weil bey jener die Parallaxen nothwendig vorkommen; für jeden Standpunkt auf der

der Erde ſind die Parallaxen verſchieden, ſo daß eine Sonnenfinſterniß in verſchiedenen Ländern ganz andre Erſcheinungen giebt: hingegen erſcheinen die Mondfinſterniſſe auf einerley Art, und ſind bey allen, die ſie ſehen können, von gleicher Beſchaffenheit; denn weil alsdenn der Mond wirklich ſeines Lichtes beraubet wird, ſo wird er für die ganze Welt finſter.

641. Ich habe für nöthig erkannt, dadurch die Schwierigkeit zu verringern, daß ich gleich anfangs eine ſo zu ſagen mechaniſche Methode anzuwenden lehre, die ſo beſchaffen iſt, daß die Augen zur Unterſtützung der Einbildung behülflich ſeyn können; ich will demnach eine Art der Zeichnung erklären, durch welche eine Sonnenfinſterniß, für die Erde überhaupt, mit eben der Leichtigkeit berechnet werden kann, als eine Mondfinſterniß (629), auch die Umſtände einer Finſterniß, für jedes Land auf dem Erdboden, durch Beyhülfe einer künſtlichen Erdkugel, ohngefähr gefunden werden können, wenn man nur die vorläufigen Rechnungen gemacht hat (604).

642. Zu deutlicher Erklärung der Beſchaffenheit und der Gründe dieſer Zeichnung, will ich vorhero die Art vorſtellig machen, wie ſich Sonnenfinſterniſſe, auf der Fläche der Erde, in dem allereinfacheſten Falle ereignen. Ich werde hierzu einen Grund feſtzuſtellen nöthig haben, den man nicht aus den Augen laſſen muß, nämlich, daß die Sonne ſo weit von uns entfernt iſt, daß die Strahlen, die vom Mittelpunkte der Sonne ausgehen, und verſchiedene Punkte des Erdbodens treffen, ſcheinbar parallel ſind. Aus dem Punkte T (Fig. 75.), den ich für den Mittelpunkt der Erde annehme, ſieht man den Mittelpunkt der Sonne, durch den Strahl TS; der Ort E, der

auf

auf der Oberfläche der Erde iſt, ſieht den Mittelpunkt der Sonne, durch einen andern Strahl EO, der mit dem vorhergehenden nur einen Winkel von $8''\frac{1}{2}$ (590) macht, und folglich in einer erſtaunlichen Weite erſt auf ſie trifft; es iſt demnach dieſer Lichtſtrahl ſcheinbar parallel mit dem vorhergehenden: man kann dahero annehmen, daß die Linie EAO, die parallel mit TLS fortgeht, diejenige iſt, nach welcher der Punkt E auf der Erde, den Mittelpunkt der Sonne ſieht.

643. Wenn der Mond in dem Zeitpunkte ſeiner Conjunction in L iſt, ſo wird ein auf der Oberfläche der Erde in K befindlicher Beobachter, eine centrale Sonnenfinſterniß wahrnehmen (634), weil ihm der Mittelpunkt des Mondes, in der Linie TKLS ſelbſt erſcheinen wird, nach welcher er den Mittelpunkt der Sonne ſieht. Es ſey AL ein Theil der Mondbahn, der vor der Conjunction beſchrieben worden, indem der Mond von A nach L oder vom Abend gegen Morgen fortgegangen: weil nun der Punkt E auf der Erde, den Mittelpunkt der Sonne nach der Linie EAO ſieht (642), ſo folgt offenbar daraus, daß der Mond, wenn er in dem Punkte A ſeiner Laufbahn ſeyn wird, die Sonne bedecken muß, und für den in E geſtellten Beobachter eine centrale Finſterniß veranlaſſen wird, weil alsdenn, ſowohl der Mittelpunkt des Mondes als der Mittelpunkt der Sonne in einerley Linie EAO erſcheinen müſſen.

Wenn der Mond eine Stunde Zeit anwenden muß, den Theil ſeiner Laufbahn AL zurück zu legen, ſo wird die Finſterniß in dem Orte E auf der Erde, eine Stunde eher eintreten, als in dem Orte K oder im Mittelpunkte T der Erde, das iſt, eine Stunde vor der Conjunction, die ich annehme, daß ſie in L geſchiehet.

644. Ich

644. Ich weiß wohl, daß man anfänglich einige Mühe hat, ſich die Sonne ſolchergeſtalt vorzuſtellen, daß ſie in einem Augenblicke, mit verſchiedenen Punkten der Mondbahn, für verſchiedene Oerter der Erde, übereinſtimmt; man darf aber nur mit Aufmerkſamkeit erwägen, was ſich bey einer Gartenallee wahrnehmen läßt, in welcher man einen Spaziergang macht, und die Sonne rechter Hand ſtehen ſiehet; da werden alle Schatten der Bäume, unter einander parallel ſeyn; tritt man auf den erſten Schatten, ſo erſcheint die Sonne gegen den erſten Baum gerichtet zu ſeyn; iſt man etliche Schritte fortgegangen, ſo ſtimmt die Sonne mit dem folgenden Baume überein; und wenn zu gleicher Zeit vier Perſonen da ſind, die in eben der Weite von einander ſtehen, als die vier Bäume unter ſich, ſo werden ſie ſehen, daß die Sonne auf dieſe vier verſchiedene Bäume trifft; eben ſo ſieht der in D befindliche Beobachter, daß die Sonne auf den Punkt C der Mondbahn oder der Projection trifft, indem der in K ſtehende Beobachter, die Sonne im Punkte L ſieht *), wie der in F geſtellte, die Sonne im Punkte H erblickt.

645. Der Punkt E auf der Erde, iſt der erſte Ort, aus welchem man den Mond vor der Sonne erblicken wird; die Finſterniß wird da central ſeyn, wenn der Mond

*) Es wird hier nicht ſonderlich nöthig ſeyn, zu erinnern, daß die Punkte E, F, K der Erde, keine beſtändig feſtſtehende Punkte ſind; ſie gehen durch die umdrehende Bewegung der Erde, herum; in dieſem allgemeinen Vorbericht aber, unterſuchen wir nicht, welche Länder der Erde, die verſchiedenen Punkte der Kugel einnehmen, hier iſts genug, wenn dieſe Punkte überhaupt betrachtet werden.

Mond in A ſteht (643), indem der Mittelpunkt des Mondes, auf den Mittelpunkt der Sonne trifft; ehe er aber hat in A ſeyn können, iſt der Mittelpunkt des Mondes in einem Punkte M geweſen, ſo daß alsdenn der Mondrand B, den Sonnenrand berühret hat, weil der Rand der Sonnenſcheibe, da ihr Mittelpunkt in A erſcheint, ſich bis in B erſtreckt, das vom Mittelpunkte A ohngefähr 16′ abſtehet, nämlich ſo viel als der Winkel beträgt, unter welchem wir den Halbmeſſer der Sonne ſehen; der Mittelpunkt M des Mondes, war alsdenn vom Mittelpunkt A der Sonne, um eine Größe entfernt, die der Summe der beyden Halbmeſſer AB und BM, der Sonne und des Mondes, gleich war, und eben dieſes war der Anfang der Finſterniß für den in E geſtellten Beobachter, oder der erſte Augenblick da er den Sonnenrand vom Rande des Mondes hat berühren ſehen. Weil der Abſtand des Mondes vom Punkte L der Conjunction, oder die Linie zwiſchen den Mittelpunkten, der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes nebſt der Größe A L oder der ihr gleichen E T, gleich iſt, ſo wird der Beobachter, der ſich beym Aufgange der Sonne in E befunden, und die Berührung der Ränder der Sonne und des Mondes wahrgenommen hat, die centrale Finſterniß in einem andern Punkte des abſoluten Raumes ſehen, der vom Punkte E verſchieden iſt; hingegen wird der Bewohner des Erdbodens, der nachher an den Rand E des Erleuchtungskreiſes gekommen iſt, die Finſterniß central ſehen, wenn der Mond wird in A gekommen ſeyn.

646. Der Theil A L der Mondbahn, der dem Halbmeſſer E T der Erde gleich iſt, erſcheint unter einem Winkel A E L, der dem Winkel E L T gleich, und die

Hori-

Horizontalparallaxe des Mondes iſt (578); der Theil ML erſcheint demnach gleich mit der Summe des Halbmeſſers BM des Mondes, des Halbmeſſers BA der Sonne, und der Horizontalparallaxe des Mondes, die AL gleich iſt. Es wird alſo der Punkt E der Erde die Finſterniß anfangen ſehen, ſo bald die Entfernung ML, des Mondes, vom Punkte L der Conjunction, der Summe der Halbmeſſer, der Sonne und des Mondes, und der Horizontalparallaxe des Mondes gleich ſeyn wird. Desgleichen wird der Punkt G welcher der letzte iſt und am weiteſten gegen Morgen auf der Erde liegt, die Finſterniß völlig ſich endigen ſehen, wenn der Mond, nach dem Durchgange durch die Conjunction, vom Punkte L eben ſo weit entfernt ſeyn wird, nämlich um die Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes, und der Horizontalparallaxe des Mondes.

Wenn der Mond in C ſteht, ſo daß AC auch der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich iſt, ſo wird der Punkt E der Erde, auch den Mittelpunkt C des Mondes vom Mittelpunkte A der Sonne, um die Summe der Halbmeſſer entfernt ſehen, oder er wird die Ränder der Sonne und des Mondes ſich berühren und die Finſterniß zu Ende gehen ſehen; weil alsdenn der Mittelpunkt der Sonne in A und der Mittelpunkt des Mondes in C, in einer Entfernung CA erſcheint, die der Summe der Halbmeſſer gleich iſt.

In der Zeit aber, da der Mond in C ſteht, und der Punkt E der Erde, das Ende der Finſterniß ſieht, wird ein anderer Punkt D der Erde, der den Mittelpunkt der Sonne in der Linie DC erblickt, die mit TS parallel iſt, den Mittelpunkt des Mondes auf dem Mittelpunkte der Sonne wahrnehmen, oder die Finſterniß

wird

wird ihm central erſcheinen; gleiche Beſchaffenheit hat es mit allen andern Oertern der Erde, die ſenkrecht unter verſchiedenen Punkten der Linie ACL liegen.

647. Zu gleicher Zeit, da der Punkt E der Erde, die Finſterniß, durch die Berührung der beyden Ränder, indem der Mittelpunkt des Mondes in C ſteht, ihre Endſchaft erreichen ſieht, und der Punkt D eine Centralfinſterniß beobachtet, werden die Punkte der Erde die zwiſchen E und D liegen, die Finſterniß von verſchiedener Größe wahrnehmen; ſo wird der Punkt F der Erde, dem der Mittelpunkt der Sonne in der Parallellinie FH liegt, den ſcheinbaren Abſtand des Mondes C von der Sonne H, in der Größe CH ſehen; wenn wir annehmen, daß die Linie CH, die auf der Mondbahn LCHAM genommen wird, kleiner iſt als die Summe der Halbmeſſer, ſo wird der Mond um eben ſo viel die Sonne überſchreiten; wäre ſie einen Zoll kleiner, ſo wird der Mond einen Zoll weit vor der Sonne ſtehen, und wir werden ſagen, daß die Finſterniß von einem Zolle iſt. Wenn CH ſechs Sonnenzolle geringer als die Summe der Halbmeſſer angenommen wird, ſo muß dieſe Summe, die den Abſtand der Mittelpunkte des Mondes und der Sonne zu Anfange der Finſterniß enthält, nothwendig eben ſo viel verkürzt ſeyn; ſie hat es nur deswegen ſeyn können, weil die Mondſcheibe um eben ſo viel die Sonnenſcheibe überſchritten hat; es müſſen demnach bey der Vorausſetzung, daß CH für den Punkt F ſechs Zolle geringer iſt als CA, daſelbſt für den Beobachter in F ſechs Zolle vom Sonnendurchmeſſer, durch den Mond bedeckt ſeyn, und folglich wird man vom Punkte F, den Rand des Mondes auf dem Mittelpunkte der Sonne ſelbſt ſtehen ſehen. Desgleichen wenn CH kleiner als dieſe

Summe iſt, und zwar nur um drey Zolle oder einen Viertheil des Sonnendurchmeſſers, ſo wird der Mond auch nur um drey Zolle die Sonne überſchreiten oder ſo viel von ihr wegnehmen, und die Finſterniß wird auch nur eben ſo viel in ihrer Größe betragen.

648. Wenn demnach der Punkt F der Erde gefunden werden ſoll, wo die Finſterniß, in einem beſtimmten Augenblick, da man den Mond in C annimmt, von drey Zollen erſcheinen wird, muß man vom Punkte C aus, wo der Mond ſteht 1) C A der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich nehmen; 2) vom Punkte A aus, A H von drey Zollen ſetzen; u. ſ. f. 3) eine ſenkrechte Linie H F N auf die Erde fällen, (nämlich auf die Ebene G E des Kreiſes der Erde, der rechtwinklicht auf der Linie durch die Mittelpunkte ſteht), und ſo wird ſich der Punkt F der Erde finden, wo die Finſterniß, drey Zolle groß erſcheinen muß, indem der Mond in C ſteht, weil die Sonne alsdenn in H und der Mond in C geſehen werden, und ihr Abſtand um drey Zolle kleiner iſt, als die Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes.

649. Bishero iſt angenommen worden, daß die Laufbahn L B M des Mondes, durch die Linie S L T geht, welche die Mittelpunkte der Sonne und der Erde verbindet, und daß der Mond in der Conjunction keine Breite habe; wir müſſen nun betrachten, was in denen Fällen erfolgen wird, da der Mond in der Conjunction eine Breite hat. Es muß hier gleich voraus bemerket werden, daß alles was vom Punkte M (645) geſagt worden, ebenfalls von jedem andern Punkte verſtanden werden muß, der gleichen Abſtand vom Punkte T, und vom Punkte L hat; wir wollen annehmen, daß die Linie L M (die der Parallaxe des Mondes nebſt

der

der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich iſt) ſich um den Punkt L drehe, und einen Kreis beſchreibe, deſſen Ebene rechtwinklicht auf TL und auf der Fläche unſerer Figur ſteht, ſo daß alle Punkte dieſes Kreiſes gleichweit vom Punkte T abſtehen; dieſer iſt der Kreis welcher in der Gegend des Mondes rechtwinklicht auf die Linie der Mittelpunkte beſchrieben wird, den wir den Projectionskreis nennen wollen, weil man die Erde und die Sonne auf ihn vergleicht, und ihre Projection auf ihn richtet; wir werden ihn auch in der Folge dieſes Vortrages allein betrachten, indem ſich alles was wir von der 75ſten Figur ſagen werden, auf ihn beziehen wird. Es iſt offenbar, daß die verſchiedenen Punkte, des in die Gegend des Mondes geſtellten und über LA beſchriebenen Kreiſes, ſich auf die verſchiedenen Punkte des Umfanges der Erde, eben ſo vergleichen, wie der Punkt A ſich auf den Punkt E der Erde richtet, und der Punkt L auf den Punkt K; jeder Punkt der Erde hat ſeine Projection oder ſeine Abbildung am Ende der Linie, die ſenkrecht auf die Ebene der Projection fällt, die in der Gegend des Mondes angenommen wird.

650. Wir wollen ſetzen, daß eine Linie LB (fig. 76), von eben der Länge ſey, als die Summe LM des Halbmeſſers der Projection, und der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes in der 75ſten Figur; wir wollen einen Kreis BCGD auf der Ebene der Projection beſchreiben, desgleichen auch einen andern Kreis AER, deſſen Halbmeſſer LA der Parallaxe des Mondes gleich ſey, ſo wie LA in der 75ſten Figur den Halbmeſſer der Projection vorſtellt, der dem Halbmeſſer der Erde gleich iſt, und unter einem Winkel geſehen wird, der mit der Mondparallaxe übereinkommt; wenn nun der Mond,

ſo nahe zur Conjunction kommt, daß ſich ſein Mittelpunkt auf einem Punkte K des Umfanges B C D befindet, ſo wird die Finſterniß an einem Orte der Erdfläche ihren Anfang nehmen (646).

Wenn ferner, der Mittelpunkt des Mondes, auf einen Punkt V des Umfanges A V E des Projectionskreiſes kommen wird, ſo wird der Mittelpunkt des Mondes auf den Mittelpunkt der Sonne zu treffen ſcheinen, und die Finſterniß wird anfangen central zu erſcheinen, für einen Ort auf der Fläche des Erdbodens, nämlich für denjenigen der gerade unter dem Punkte V liegen, oder ſeine Projection im Punkte V haben wird.

651. Die **Erdfinſterniß** (Eclipſis Solis generalis) iſt diejenige, welche für die Erde überhaupt, berechnet wird, ohne zu unterſuchen in welchem Lande ſie ſich ereignet; von dieſer werden wir, nach Keplers Beyſpiel den Anfang machen, (Epitome aſtron. Copern. pag. 873—881) ehe wir die Umſtände einer Sonnenfinſterniß, für jeden beſtimmten Ort des Erdbodens, in Betrachtung nehmen können. In dem Augenblick da der Abſtand L K des Mittelpunktes der Projection vom Mittelpunkte des Mondes, der Summe der drey Halbmeſſer der Sonne, des Mondes und der Projection, gleich iſt, fängt die Finſterniß an einem Orte auf der Erde, der ſenkrecht unter dem Punkte I (645) liegt, oder deſſen Projection in I iſt, an; dieſes iſt der Anfang der Erdfinſterniß: desgleichen, wenn der Mond in den Punkt G ſeiner Bahn gekommen iſt, und ſo weit entfernt iſt, daß der Abſtand L G noch denen drey Halbmeſſern gleich iſt, ſo verläßt der Mondrand den Sonnenrand, für das letzte von allen Ländern der Erde, wo eine Finſterniß ſeyn kann; und dieſes iſt das Ende der Erdfinſterniß. Auf gleiche Art bemerkt die auf

die Mondbahn gefällte ſenkrechte Linie LM, das Mittel der Erdfinſterniß, eben ſo wie bey der Vorſtellung der Mondfinſterniſſe (620).

652. Zu Beſtimmung der Zeit des Mittels der Erdfinſterniß, werden eben die vorläufigen Rechnungen erfodert, und man folgt hier eben der Methode wie bey der Mondfinſterniß (620); LAB ſtellt einen Theil der Ekliptik vor; L den Punkt wo die Sonne in dem Augenblick der Conjunction ſteht, LH die Breite des Mondes in der Conjunction, KMG die relativiſche Bahn (609). In dem bey M rechtwinklichten Dreyeck LMH, iſt der Winkel HLM bekannt, der ſo groß iſt als die Neigung der relativiſchen Bahn, ferner die Hypothenuſe HL die der Breite des Mondes gleich iſt; und wird die Seite HM geſucht; dieſe wird in Zeit verwandelt, vermittelſt der ſtündlichen Bewegung des Mondes in der relativiſchen Bahn, und ſo erhält man den Zeitraum zwiſchen der Conjunction, und dem Mittel der Finſterniß; dieſer Zeitraum wird von dem Zeitpunkte der Conjunction, die in H vorfällt, abgezogen, wenn die Breite des Mondes wachſend iſt, wenn nämlich, der Mond ſchon durch den Knoten iſt; hingegen wird er zu der Zeit der Conjunction addirt, wenn der Mond ſich ſeinem Knoten nähert; und ſolchergeſtalt wird die Zeit des Mittels der Erdfinſterniß in M gefunden ſeyn, eben ſo wie in dem Exempel des 622ſten Artikels geſchehen.

653. Der Projectionskreis AER ſtellt die Fläche der Erde vor, oder das Bild der erleuchteten Halbkugel der Erde, das in die Bahn oder in die Gegend des Mondes verſetzt iſt; die Linie VX iſt der Theil der Mondbahn, der während der gänzlichen Finſterniß beſchrieben worden, ſo wie die Linie KG der Theil der

Mondbahn iſt, der, vom erſten Augenblick, da der Halbſchatten (631) die Fläche der Erde in einem Punkte I, nämlich wo ein Ort der Erde den Anfang einer Verfinſterung ſehen wird, bis zum letzten Zeitpunkt beſchrieben wird, da der Halbſchatten die Erde im Punkte F verläßt, indem alsdenn der Mittelpunkt des Mondes in G iſt, und die Finſterniß ſich für das letzte von allen Ländern wo ſie ſichtbar ſeyn wird, endiget. Es wird demnach die Länge KG der Mondbahn, die zwiſchen den Punkten K und G enthalten iſt, uns die Dauer der Finſterniß bekannt machen; ſo wie das Mittel M der Linie KG die Zeit des Mittels der Erdfinſterniß zu finden dient: die Linie KG iſt durch die ſenkrechte Linie LM in zweene gleiche Theile getheilet, weil die Seiten LK und LG gleich ſind; eben ſo verhält ſich es mit der Sehne VX: ſolchergeſtalt zeigt der Punkt M das Mittel der Erdfinſterniß an, deren Dauer durch KG ausgedruckt iſt, und die Dauer der centralen Finſterniß wird durch VX vorgeſtellt.

654. **Exempel.** Bey der Finſterniß am erſten April, 1764. war die wahre Zeit der Conjunction 10 St. 31′ 23″ des Morgens zu Paris; die Breite für dieſe Zeit war 39′ 36″ nordlich; die ſtündliche Bewegung des Mondes in der Länge 29′ 39″, die der Sonne 2′ 27″$\frac{2}{3}$, die Neigung der relativiſchen Bahn 5° 44′, 26″, die relativiſche oder zuſammengeſetzte ſtündliche Bewegung 27′ 19″$\frac{1}{2}$; hieraus werden wie bey den Mondfinſterniſſen (625) folgende zwo Proportionen gemacht: R: 39′ 36″:: Sin. 5° 44′ 26″: 3′ 58″ der Werth von HM, und ferner 27′ 19″$\frac{1}{2}$: 60′ 0″ :: 3′ 58″ : 8′ 42″ der Zeit, dieſe 8′ 42″ werden von der Zeit der Conjunction abgezogen, weil die Breite des Mondes zunehmend war, und ſo erhält man 10 St. 22′ 41″ für

die

die Zeit des Mittels der Erdfinſterniß auf den Pariſer Mittagskreis gerechnet.

Aus eben dem Dreyeck HLM wird die ſenkrechte Linie LM von 39′ 24″ gefunden, dieſe iſt der kürzeſte Abſtand des Mondes vom Mittelpunkte der Projection zur Zeit des Mittels der Finſterniß; es dient auch dieſe ſenkrechte Linie LM zu Beſtimmung des Anfanges und Endes.

655. Der Anfang der Erdfinſterniß, auf den Pariſer Mittagskreis berechnet, wird auf eben die Art gefunden, als der Anfang einer Mondfinſterniß (625); in dem bey M rechtwinklichten Dreyecke LKM, iſt die ſenkrechte Linie LM (654) bekannt, nebſt der Hypothenuſe LK, die der Summe der drey Halbmeſſer der Sonne, des Mondes, und der Projection gleich iſt (645); hieraus wird die Seite MK geſucht, und durch die ſtündliche Bewegung, in Zeit verwandelt, dieſe Zeit von der Zeit des Mittels der Finſterniß in M abgezogen, giebt die Zeit des Anfanges der Erdfinſterniß in K; wird ſie aber addirt, ſo erhält man das Ende der Finſterniß in G.

Exempel. Bey der Finſterniß von 1764. war die Seite LM von 39′ 24″; die Mondparallaxe für Paris, von 54′ 0″ *) der Horizontalhalbmeſſer des Mondes 14′ 47″, der Sonne 16′ 1″; der Anfang der Erdfinſterniß fand ſich 7 St. 37′ 48″ des Morgens, und das Ende 1 St. 7′ 34″ nach Mittag; die Dauer derſel-

*) Ich habe davon die Sonnenparallaxe abgezogen, damit nur die Gröſſe übrig bleibe, um welche der Mond mehr als die Sonne erniedriget iſt; dieſen Unterſchied allein hat man bey Berechnung einer Finſterniß nöthig.

ſelben auf der ganzen Erde war demnach von 5 Stunden 29 Minuten 46 Secunden

656. Der Anfang der Centralfinſterniß geſchiehet wenn der Mond im Punkte V ſteht, wo ſeine Bahn den Projectionskreis durchſchneidet; denn alsdenn ſind der Mittelpunkt des Mondes, der Mittelpunkt der Sonne, und der Rand der Erde in einer Linie, und der Ort der Erde deſſen Projection in V iſt, ſieht den Mittelpunkt des Mondes, auf dem Mittelpunkte der Sonne.

In dem bey M rechtwinklichten Dreyeck, iſt die ſenkrechte Linie L M (654) bekannt, nebſt der Linie LV welche die Parallaxe, oder der Halbmeſſer der Projection iſt; hieraus wird die Seite MV geſucht, und in Zeit verwandelt, man ſucht nämlich die Zeit, welche der Mond braucht, VM zu durchlaufen, und wenn dieſe Zeit, von der Zeit des Mittels der Erdfinſterniß abgezogen wird, ſo erhält man die Zeit um welche es in Paris war, als die Finſterniß anfing für einen Punkt V der Erde central zu werden.

Exempel. Wenn bey der Finſterniß 1764. LV = 54′ 0″ = 3240″ geſetzt wird; und LM = 39′ 24′, ſo findet ſich MV = 36′ 56″, welches in Zeit verwandelt 1 St. 21′ 5″ giebt; dieſe halbe Währung abgezogen vom Mittel der Finſterniß 10 St. 22′ 41″ (654) giebt den Anfang der Centralfinſterniß 9 St. 1′ 36″, und addirt zum Mittel der Finſterniß, giebt das Ende 11 St. 43′ 46″. Es war demnach die Zeit, welche der Mittelpunkt des Schattens anwendet, über die Erde zu gehen 2 St. 42′ 10″.

657. Die Rechnungen die wir zu Beſtimmung der Erdfinſterniß gemacht haben, können eben ſo wie bey den Mondfinſterniſſen, durch Zirkel und Linial bewerk-

ſtelliget werden (629); man zeichnet zu der Abſicht eine große Figur, deren Halbmeſſer LA der Parallaxe gleich iſt, oder in eben ſo viel Minuten getheilt iſt, als dieſe Parallaxe enthält; die Linie LH wird der Breite des Mondes gleich genommen, und der Winkel MLH der relativiſchen Neigung der Mondbahn gleichgeſetzt (609); auf eben dieſem Maaßſtabe, wird eine Größe genommen, die der ſtündlichen Bewegung des Mondes, in ſeiner relativiſchen Bahn gleich iſt, und von H in N getragen; in H bemerkt man die Stunde und Minute der Conjunction, und in N eine Stunde weniger; durch dieſes Mittel wird die Bahn GK in Stunden und Minuten abgetheilet, und es zeigt ſich daraus, zu welcher Zeit ſich der Mond in K, in V, in M, in X und in G befunden; wie es durch die Rechnungen der vorhergehenden Artikel beſtimmt worden.

658. Nunmehro richtet ſich die Unterſuchung darauf, die Oerter der Erde zu entdecken, die in V und in X liegen, in dem Augenblicke da der Mond dahin kommt, nämlich derſelben geographiſche Längen und Breiten; dieſes wird durch Beyhülfe einer Erdkugel bewerkſtelliget werden können. Den Sternkündigern will ich nicht anrathen, dieſe Rechnungen durch die Trigonometrie zu machen, es müßte denn außerordentliche Fälle betreffen, und für wichtige Beobachtungen erforderlich ſeyn: die Zeit welche dieſe ſcharfen Rechnungen wegnehmen, kann viel beſſer angewandt werden, ſchon gemachte Beobachtungen zu berechnen, um daraus Folgen zu ziehen, als mit ſo ſorgfältiger Genauigkeit diejenigen vorher zu verkündigen, welche erfolgen ſollen; die Zeichnungen ſind hinreichend ſolche Charten zu verfertigen, als die ſo auf der XIten Kupferplatte vorgebildet worden, und gemeiniglich in kleinerer

Form den Ephemeriden beygefügt werden. Caſſini hat hiervon zuerſt den Begriff und das Muſter, bey Gelegenheit der Sonnenfinſterniß bekannt gemacht, die er zu Ferrara 1664. beobachtet hat.

659. Es wird hierzu nur eine Erdkugel erfodert, die wenigſtens 6 Zolle im Durchmeſſer hat, und ein Linial das auf zwo Stützen ſtehet, wie durch GVAE (fig. 77) abgebildet worden, die Länge VA muß dem Durchmeſſer der Erdkugel der man ſich bedienet, gleich ſeyn, die Höhe aber wird ſo groß als der Halbmeſſer der Erdkugel, oder etwas höher gemacht, damit es auf den Horizont GE, geſtellet werden kann; der Halbmeſſer dieſer Erdkugel muß den Halbmeſſer der Erde, oder die Mondparallaxe vorſtellen, wie LA, in der 76ſten Figur, ſie muß nämlich zum Beyſpiel von 54′ angenommen werden, weil die Mondparallaxe bey der Finſterniß 1764 von 54′ war.

660. Weil es nicht in jemandes Willkühr ſtehet, den Durchmeſſer ſeiner Erdkugel, bey verſchiedenen Sonnenfinſterniſſen zu verändern, ſo muß man die verſchiedenen Theile der Figur berechnen, nämlich die ſtündliche Bewegung des Mondes, und die Durchmeſſer der Sonne und des Mondes, indem man ſie auf dieſen Maaßſtab vergleicht; wenn die Erdkugel 8 Zolle im Durchmeſſer hat, und die wirkliche Parallaxe zum Beyſpiel von 54′ wäre, ſo zieht man eine Linie die dem Halbmeſſer der Erdkugel gleich iſt, theilet ſie in 54 gleiche Theile, und nimmt 27½, von eben dieſen Theilen, um die ſtündliche Bewegung zu machen.

661. Um nun die Mondbahn auf die Erdkugel zu ſtellen, muß man eine Zeichnung gemacht haben, dergleichen die 76ſte Figur vorbildet, wo die Linie BLD einen

einen Theil der Ekliptik, und XV die relativiſche Bahn vorſtellen; zu dieſen zieht man noch die Linie OLQ um einen Theil des Aequators zu entwerfen, indem man den Winkel ALO dem Poſitionswinkel (693) gleich macht, oder der Ergänzung des Winkels, der Ekliptik mit dem Mittagskreiſe; der Aequator fällt gegen Mittag, oder unter die Ekliptik auf der Morgenſeite der Erdkugel, in den aufſteigenden Zeichen, das iſt, wenn die Conjunction vom 21ſten December bis zum 21ſten Junius vorfällt. Die Summe des Winkels ALO und der Neigung der relativiſchen Bahn, oder ihr Unterſchied, nachdem es der Fall erfodert, giebt den Winkel welchen die ſenkrechte Linie LM mit dem allgemeinen Mittagskreiſe LP, oder dem Mittagskreiſe der künſtlichen Erdkugel macht, den man für unbeweglich annimmt; dieſer Winkel iſt eben derſelbe, als der Winkel der Bahn mit dem Aequator. Man nimmt mit einem Zirkel die Bogen OV, QX von der Figur, und bemerkt eine gleichmäßige Anzahl Grade auf dem Horizont der Erdkugel, vom wahren Punkte des Morgens, oder des Abends gezählet, nämlich von den Durchſchnitten des Aequators mit dem Horizont der Erdkugel, indem man nach der Nordſeite zugehet, wenn die Breite des Mondes nordlich iſt, und nach der Mittagsſeite wenn ſie ſüdlich iſt.

662. Hierauf wird der Pol der Erdkugel über ihren Horizont, ſo viel Grade erhoben, als die Abweichung der Sonne anzeigt; wenn die Abweichung nordlich iſt, ſo muß der Nordpol erhoben werden: nun ſetzt man das Geſtelle GVAE (fig. 77) dergeſtalt, daß eine Seite des obern Linials VA, lothrecht über den beyden, auf dem Horizonte der Erdkugel bemerkten Punkten ſteht; in dieſer Richtung ſtellt das Queerſtück

ſtück V A die Mondbahn vor, die hierdurch eben ſo auf den Horizont der Erdkugel geſetzet iſt, als ſie auf dem Projectionskreiſe in der 76ſten Figur war.

Von der 76ſten Figur muß man auch noch die Zeiten der Mondbahn nehmen, die auf V und X treffen, nämlich im Anfange und am Ende; dieſes ſchreibt man auf das Queerſtück V A, das mit einem ſchmalen Streifen von aufgeleimten Papier bedecket iſt, ſo hat man einen Raum V A, der eben ſo in Minuten der Zeit abgetheilet wird, wie man die Bahn V X des Mondes (657) abgetheilet hat, oder man bedient ſich der ſtündlichen Bewegung, und bemerkt nur die Zeit des Mittels der Finſterniß, auf der Mitte L des Queerſtückes; eine Stunde mehr, in einer Entfernung die der ſtündlichen Bewegung gleich iſt, eine Stunde weniger, gegen Abend oder rechter Hand, und das übrige in den Zwiſchenraum.

663. Nunmehro iſt nur noch nöthig, die Erdkugel auf die Stunde zu ſtellen, die ihr zukommt; zum Beyſpiel, bey der Finſterniß 1764 muß der Mond in A ſeyn, um 9 Uhr 2′, da der Anfang der centralen Finſterniß geſchiehet, (656), man wendet dahero die Erdkugel dergeſtalt, daß Paris in C zu ſtehen kommt, 2 St. 58′ gegen Abend vom allgemeinen Mittagskreiſe MP; dieſer iſt der Mittagskreis in welchen die Sonne feſtſtehend angenommen wird, indem alle Länder des Erdbodens, durch die Umdrehung der Erdkugel von Abend gegen Morgen, nach und nach vor ihr vorbeygehen.

Wenn die Erdkugel ſolchergeſtalt auf die Zeit in Paris geſtellet iſt, ſo ſind alle andre Oerter für dieſen Zeitpunkt ebenfalls an ihren gehörigen Stellen, und weil der Mond in A angenommen wird, ſo iſt der Punkt

der

der Erde der ſenkrecht unter dem Monde liegt, derjenige, wo die Finſterniß in eben dieſem Augenblick central erſcheint (645); man darf dahero nur ein Loth vom Punkte A herablaſſen, wenn der Horizont der Erdkugel richtig Waſſerrecht ſteht, oder man kann das Auge ſenkrecht über den Punkt A richten, oder auch ſich eines kleinen Winkelhakens bedienen, und ſo wird man auf der Erdkugel, den Punkt der Erde, den man zu wiſſen verlangte, ſenkrecht unter A im Horizont der Erdkugel ſelbſt, wahrnehmen; von dieſem Punkte bemerkt man die Länge und Breite; und dieſer wird der erſte Punkt der Centralfinſterniß ſeyn, der mit A auf der Charte der XIten Platte, bezeichnet iſt.

664. Auf den Punkt A, ſtellt man den Mittelpunkt eines Kreiſes, deſſen Halbmeſſer AD, der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes, auf dem Maaßſtabe der 54 Minuten genommen, gleich iſt. Man kann ſich einen Kreis von Pappe ausſchneiden, den man parallel mit dem Horizonte der Erdkugel ſtellt, indem ſein Mittelpunkt in A liegt; oder man wendet einen Zirkel herum, deſſen eine Spitze in A ſteht, und der ſo weit eröffnet worden, als die Summe der Halbmeſſer beträgt; hierdurch wird man alle Punkte der Erdkugel bemerken können, die ſich ſenkrecht unter dem Umfange dieſes Kreiſes befinden werden, alle dieſe werden die Berührung der Ränder der Sonne und des Mondes in eben demſelben Augenblick ſehen, und derjenige von dieſen Punkten, welcher ſich im Horizont der Erdkugel befinden wird, muß die Berührung der beyden Ränder bey Aufgange der Sonne ſehen.

665. Man macht ferner einen andern Kreis, der um ein Viertheil des Sonnendurchmeſſers kleiner ſeyn muß als der vorige, nämlich um 3 Zolle (das wird 8′

ſeyn

ſeyn für 1764); oder man ſchneidet einen Theil eben deſſelben Kreiſes, der zur Beſtimmung der erſten Erſcheinung gebraucht worden, um eben ſo viel aus, wie in der Schnecke der 79ſten Figur; oder man verringert die Eröffnung des Zirkels, deſſen man ſich im vorigen Falle bediente; alsdenn wird der Umfang des Kreiſes, der drey Zolle weniger hat, oder die Eröffnung des Zirkels, um den Punkt A (fig. 77) herumgeführet, und auf der Erdkugel, vermittelſt eines Lothes alle Punkte der Erde anzeigen, wo die Sonne in dieſem Augenblicke nur um 3 Zolle verfinſtert iſt; der Grund hiervon wird leicht einzuſehen ſeyn, wenn man die Artikel 647. und 648. in Betrachtung nehmen will.

666. Eben ſo könnten auch andre Kreiſe, für die Verfinſterung von 2, 3, 4, 5 Zollen u. ſ. f. gemacht werden, wenn man den Halbmeſſer des Halbſchattenkreiſes, deſſen Halbmeſſer nämlich der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich war, um 2, 3 Zoll u. ſ. f. verringerte; man könnte auch einen einzigen Kreis ſo abtheilen und ausſchneiden, daß der Umfang deſſelben in 12 gleiche Theile getheilet werde, desgleichen auch der Halbmeſſer in 12 gleiche Theile, und die 12 Ausſchnitte deſſelben eben ſo abnehmend auf einander folgten, wie die Schnecke in einer Repetiruhr (fig. 79); weil jeder von ihnen um einen Zoll oder Zwölftheil des Sonnendurchmeſſers, von eben dem Maaßſtabe genommen, wie die Horizontalparallare und ſtündliche Bewegung (660), kleiner iſt als der vorhergehende, ſo wird ein Bleyloth das man an den Umfängen dieſer Ausſchnitte herumführet, auf der Erdkugel die Oerter anzeigen, die für dieſen Augenblick die Finſterniß von einen oder 2 Zollen u. ſ. f. ſehen werden.

667. Wenn

667. Wenn man den Mittelpunkt dieſer Kreiſe, in die Mitte des Queerſtückes, in L ſtellt, und damit eben ſo verfährt, wie vorhero, auch die Erdkugel ſo wendet, daß der Weiſer im Stundenringe P auf 10 St. 23′ ſteht, welches die Zeit des Mittels der Erdfinſterniß unter dem Mittagskreiſe von Paris iſt, ſo wird man alle Oerter finden können, die um 10 Uhr 23′ die Finſterniß von einem, zween Zollen u. ſ. f. ſehen werden. Auf ſolche Art, kann man auf einer Erdkugel, oder auf einer Landcharte, die Lage aller Oerter vorſtellig machen, die eine Centralfinſterniß, oder einen zween und mehr Zolle Verfinſterung haben werden. Es iſt hier nöthig anzumerken, daß alle dieſe Oerter, die in einem beſtimmten Augenblick, die Verfinſterung von einem Zolle ſehen, nicht deswegen die Größe der Finſterniß von einem Zolle haben; denn durch dieſes Verfahren erhält man nicht die Beſtimmung der größten Erſcheinung, ſondern nur diejenige Erſcheinung die für einen gegebenen Zeitpunkt ſtatt findet; man könnte aber dieſen finden, für welchen dieſe Erſcheinung die größte ſeyn würde, wenn man den Punkt der Erde bemerken wollte, der vom Punkte A am weiteſten entfernt iſt (fig. 77), oder der durch eine kleine Bewegung der Erdkugel und des Mondes, einerley Abſtand vom Monde behält.

Die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß vermittelſt der Projectionen zu finden.

668. Die Methode die ich erkläret habe, wie durch Beyhülfe einer Erdkugel, die Oerter der Erde zu finden ſind, welche eine Sonnenfinſterniß ſehen müſſen, würde nicht zureichend ſeyn, auf eine oder zwo Minuten,

ten, den Anfang oder das Ende einer Finſterniß für einen jeden Ort genau zu beſtimmen, man müßte denn eine ſehr große und ſehr richtige Erdkugel haben; man kann aber dieſen Zweck, leichtlich vermittelſt einer in Zeichnung gebrachten Projection, und einer ſorgfältig entworfenen Ellipſe erreichen; dieſe durch Zirkel und Linial bewerkſtelligte Zeichnung, wird genauer und eben ſo leicht ſeyn, als die durch die Erdkugel gemacht wird. Ehe ich hiervon die Vorſchriften erkläre, will ich verſuchen den Grund davon begreiflich zu machen, indem ich die Lehren der orthographiſchen Projection aufs ſorgfältigſte erläutere; einigen Gebrauch habe ich ſchon davon gemacht (art. 643. und folg.), hier aber werde ich alle Gründe und alle Umſtände derſelben zu entwickeln bemüht ſeyn. Flamſteed ſagt daß Wren der erſte geweſen, welcher um das Jahr 1660 ſchon die Art verſtanden habe, die Erſcheinungen einer Finſterniß ohne Berechnung der Parallaxen zu finden; er ſetzt noch hinzu, daß Halley vor ſeiner Abreiſe nach der Inſul St. Helena 1666 mit ihm von Verzeichnung der Finſterniſſe geſprochen, aber die Methode nicht habe eröffnen wollen; auf welche auch Flamſteed damals wenig Vertrauen ſetzte.

669. Die Projection einer Figur machen, heißt ſelbige auf eine andere Ebene, durch Linien die von jedem Punkte der Figur, zu jedem Punkte der Ebene gezogen werden, vergleichen. Es giebt viele Arten ſolcher perſpectiviſchen Abbildungen, die einfachſte von allen aber iſt die orthographiſche Projection, *) die durch ſenkrecht auf die Ebene der Projection gefällte Linien gemacht

*) Ὀρθὸς rectus, weil dieſe Projection durch rechtwinklicht geſtellte Linien gemacht wird.

gemacht wird; dieſe iſt es, welche mit ſehr großen Vortheil bey Finſterniſſen gebraucht wird, die den Parallaxen unterworfen ſind.

670. Es ſey eine Linie AB (Fig. 78.), und eine von dieſer Linie, verſchiedene Ebene PL; wenn von den Endpunkten A und B der gegebenen Linie, auf die Ebene PL ſenkrechte Linien Aa, Bb gefället werden, ſo wird der Raum ab, den ſie auf der Ebene PL bezeichnen, die orthographiſche Projection der Linie AB ſeyn, und die Ebene PL, auf welche die ſenkrechten Linien gerichtet werden, heißt die Ebene der Projection.

671. Die orthographiſche Projection ab, einer Linie AB, die durch die ſenkrechten Linien Aa, Bb auf eine Ebene der Projection PL gemacht worden, iſt der Coſinus ihrer Neigung. Denn wenn man AC parallel mit PL zieht, ſo iſt der Winkel BAC der Neigung der Linie AB gegen die Ebene der Projection PL, gleich, und AC = ab iſt die Projection der Linie AB; oder AB : AC :: R : Coſin. BAC. Dahero iſt der Halbmeſſer zum Coſinus der Neigung, wie die Linie AB zu ihrer Projection AC. Folglich findet man, wenn der Halbmeſſer für die Einheit angenommen wird, daß die Projection einer Linie, gleich iſt dieſer Linie, multiplicirt durch den Coſinus, ihrer Neigung gegen die Ebene der Projection.

672. Die Projection eines Bogens, als FI (Fig. 80.) iſt ſeinem Sinus gleich. Es ſey der Umfang DFH des Halbkreiſes, deſſen Projection geſucht wird, in eine Ebene geſtellt, die ſenkrecht auf der Ebene der Projection ſteht, ſo werden alle ſenkrechte Linien FC, die von jedem Punkte des Umfanges, auf

den Halbmeſſer CH gefället werden, rechtwinklicht auf der Ebene ſtehen, und die Projectionen eben derſelben Punkte bezeichnen; der Punkt K, wird die Projection des Punktes I ſeyn; ſo wird die Linie CK die Projection des Bogens FI ſeyn; wenn aber C der Mittelpunkt des Kreiſes iſt, ſo iſt CK, die der Linie IL gleich iſt, der Sinus des Bogens FI: es ſind demnach die Sinus der Bogen FI, die Projectionen dieſer Bogen, wenn man ihren Anfang im Punkte F ſetzt, der ſenkrecht über dem Mittelpunkte C ſteht. Dieſer Satz wird in der Berechnung der Finſterniſſe von großem Gebrauch ſeyn.

673. Die orthographiſche Projection eines geneigten Kreiſes, iſt allezeit eine Ellipſe. Es ſey DFH der Kreis, deſſen Projection geſucht wird, DH derjenige von ſeinen Durchmeſſern, welcher in der Ebene der Projection liegt, oder mit dieſer Ebene parallel iſt; wird nun dieſer Halbkreis geneigt, indem man ihn um den Durchmeſſer DH ſo wendet, daß alle Linien IK mit der Ebene der Projection einen Winkel machen, ſo werden alle dieſe Linien, die Linien KG zu Projectionen haben, von welchen jede, der ihr zugehörigen IK multiplicirt durch den Coſinus des Neigungswinkels, gleich ſeyn wird (671), ſo daß KG allenthalben ſich zu IK verhalten wird, wie der Coſinus des Neigungswinkels zum Halbmeſſer; es iſt aber dieſes die Eigenſchaft einer Ellipſe, wie in der Lehre von den Kegelſchnitten bewieſen wird, daß nämlich alle ihre Ordinaten KG, mit den Ordinaten IK eines Kreiſes von eben dem Durchmeſſer, in beſtändiger Verhältniß ſind; die Linien KG werden demnach eine Ellipſe bilden; folglich wird die Projection eines Halbkreiſes DFH, der Umfang einer Ellipſe DGH ſeyn,

deren

deren große Axe DH mit der des Halbkreiſes einerley iſt; und deren kleine Axe, nach Verhältniß des Coſinus der Neigung kleiner iſt. Gleiche Beſchaffenheit wird es nothwendig haben, wenn der Durchmeſſer DH des in Projection gebrachten Kreiſes, einen gewiſſen Abſtand unter der Ebene der Projection haben ſollte.

674. So erſcheint demnach ein ſchief geſehener Kreis, in der Geſtalt einer Ellipſe; denn es iſt bekannt, daß eine Linie AB (Fig. 81.) die vom Punkte O ſchief angeſehen wird, von eben der Größe erſcheint, als die ſenkrecht ſtehende Linie AC = AB. Sin. ABC; ſolchergeſtalt erſcheinen in einem Kreiſe CAD (Fig. 82.), der ſchief beſehen wird, alle Ordinaten AB, EF nach eben der Verhältniß kleiner, der Kreis giebt die Anſicht einer Ellipſe CGD, deren kleine Axe ſich zur großen verhält, wie der Sinus der Neigung, zum Halbmeſſer. Dieſer Satz iſt mit vorigen von gleicher Beſchaffenheit; es iſt aber nöthig, ſich zu der Vorſtellung zu gewöhnen, daß ein ſchief geſehener Kreis, in Geſtalt einer Ellipſe erſcheint; denn von dieſem Satze werden wir beſtändig Gebrauch machen.

675. Die vornehmſten Linien der Projection einer Finſterniß, ſind in der 83ſten Figur vorgeſtellet worden; ST iſt die Linie, welche vom Mittelpunkte der Sonne, zum Mittelpunkte der Erde geht, die wir bloß die Linie der Mittelpunkte nennen; IL iſt eine Ebene, die durch den Mittelpunkt der Erde, ſenkrecht auf die Linie der Mittelpunkte ſteht. Dieſe Ebene giebt den Erleuchtungskreis, und ſcheidet den erleuchteten Theil IDL von dem dunkeln LOVI. Wir werden die verſchiedenen Theile der Projection

auf dieſe Ebene vergleichen; und alles, was wir hiervon ſagen werden, kann auf die Ebene der Projection angewandt werden, wenn wir ſie auch in die Gegend des Mondes ſtellen (682), weil ſie allezeit mit dem Erleuchtungskreiſe parallel und gleich ſeyn wird. Die Linie PO iſt die Erdaxe, EQ der Durchmeſſer des Aequators, PELOQIP der allgemeine Mittagskreis (661), nämlich derjenige, welcher beſtändig durch die Sonne geht, und den die verſchiedenen Länder der Erde nach und nach durch die tägliche Umwälzung der Erde erreichen; ED iſt die Abweichung der Sonne, oder ihr Abſtand vom Aequator; der Bogen PI iſt die Erhöhung des Pols, über die Ebene der Projection; dieſe Höhe iſt der Abweichung der Sonne gleich, denn wenn von rechten Winkeln oder Viertheilen des Kreiſes PE und DI, der gemeinſchaftliche Theil PD weggenommen wird, ſo bleibt PI = DE, welches der Abſtand der Sonne vom Aequator E oder ihre Abweichung iſt. Dieſe Erhöhung iſt auch der Neigung aller Parallelkreiſe der Erde, in Vergleichung auf die Linie der Mittelpunkte gleich, und die Ergänzung ihrer Neigung, in Vergleichung auf die Ebene der Projection.

Wenn man vom Aequator an, die Bogen EG und QF der Breite eines Ortes auf der Erde, als Paris, gleich nimmt, ſo wird die Linie GH, die ſenkrecht auf die Axe PO gerichtet iſt, und den Coſinus der Breite EG giebt, der Halbmeſſer des Parallelkreiſes von Paris ſeyn, oder des Kreiſes, den Paris alle Tage durch die Umdrehung der Erde beſchreibt; GF wird der Durchmeſſer dieſes Parallelkreiſes ſeyn. Von den Punkten G, F und H, welche die Endpunkte und der Mittelpunkt des Parallelkrei-

ſes

ſes von Paris ſind, wollen wir lothrechte Linien GM, FR, HN fallen laſſen; die Punkte M, R, N, wo dieſe Lothe den Projectionskreis IL treffen, werden die Projectionen der Endpunkte und des Mittelpunktes des Parallelkreiſes ſeyn.

676. Der Abſtand TM vom Mittelpunkte T der Projection, zum innern Rande M der Projection des Parallelkreiſes von Paris, iſt dem Sinus des Bogens GD gleich, oder dem Unterſchiede zwiſchen EG, welches die Breite von Paris iſt, und DE, welches die Abweichung der Sonne iſt; die Weite TR vom Mittelpunkte T der Projection, zum entfernteſten Theile R des Parallelkreiſes von Paris, iſt dem Sinus des Bogens DF oder VF gleich; dieſer Bogen VF iſt der Summe der Bogen VQ, und QF gleich, von welchen der erſte der Abweichung der Sonne, und der andre der Breite von Paris gleich iſt; folglich iſt die Weite vom Mittelpunkte der Projection zum äuſſerſten Punkte des Parallelkreiſes, dem Sinus der Summe, der Breite des Ortes, und der Abweichung der Sonne gleich.

677. Die Projection des Pols P findet ſich, wenn eine ſenkrechte Linie vom Punkte P auf die Linie TI gefället wird; ſie bezeichnet einen Punkt, der vom Mittelpunkte T, um die Größe entfernt iſt, die TP Coſin. PTI oder TP Coſin. der Abweichung der ☉ gleich iſt (671).

678. Die Weite TN oder der Raum der Projection, der zwiſchen dem Mittelpunkte T der Projection, und dem Mittelpunkte N des Parallelkreiſes liegt, iſt TH Coſin. HTN gleich (671); es iſt aber TH der Sinus der Breite von Paris, und HTN iſt PI oder DE gleich,

nämlich der Abweichung der Sonne; dahero iſt TN dem Produkte aus dem Sinus der Breite des Ortes, in den Coſinus der Abweichung der Sonne für den gegebenen Zeitpunkt, gleich, wenn man zum Halbmeſſer, den Halbmeſſer der Projection ſelbſt nimmt.

679. Der Punkt D der Erde, iſt der, welcher die Sonne im Zenith hat; ein jeder andrer Punkt E, der um die Weite DE davon entfernt iſt, hat demnach die Sonne um eben dieſe Größe DE, von ſeinem Zenith abſtehend; daraus folgt, daß eine Linie TA, die auf der Projection genommen, und um DE zu erhalten, im Bogen verwandelt worden, unter den Sinuſſen den Abſtand der Sonne vom Zenith geben wird, oder den Coſinus der Höhe derſelben für den Ort der Erde, der ſeine Projection im Punkte A hat; das heißt, die Linie TA, der Sinus des Bogens DE, iſt deſſelben Projection.

680. Es folgt auch hieraus, daß TA die Parallaxe der Höhe für den Ort der Erde ausdrückt, der in A ſeine Projection hat; denn TL, welche die Horizontalparallaxe iſt (646), iſt noch der Sinustotus; daher wird TA, welche der Coſinus der Höhe iſt, auch die Parallaxe der Höhe ſeyn, die allezeit = p Coſin. h (582); folglich iſt überhaupt, der Abſtand eines Ortes auf der Erde vom Mittelpunkte der Projection, der Parallaxe der Höhe gleich, indem der Halbmeſſer der Projection für die Horizontalparallaxe genommen iſt.

681. Der Parallelkreis von Paris, oder der Kreis, deſſen Mittelpunkt H (Fig. 83.) und GF der Durchmeſſer, iſt, wird, wenn er auf die Ebene ITL verglichen, oder in Projection gebracht iſt, daſelbſt

eine

eine Ellipſe ſeyn (673), und dieſe iſt die Ellipſe, welche man nothwendig auf der Fläche beſchreiben muß, um die Erſcheinungen der Finſterniß, auf ſie zu vergleichen; vorhero aber muß ich noch anmerken, daß man die Ebene der Projection ITL, in die Gegend des Mondes verſetzen kann, und daß die Ellipſe daſelbſt vollkommen eben dieſelbe ſeyn wird, als auf der Ebene ITL, die durch den Mittelpunkt der Erde geht; denn ſie wird zwiſchen Linien enthalten ſeyn, die mit der Linie der Mittelpunkte TDS parallel ſind, und ſich bis zum Monde erſtrecken, wo ſie eine Projection der Erde machen, die der Erde ſelbſt gleich iſt (642), weil LA (Fig. 75.) ſo lang iſt, als TE.

682. Wir wollen zur Ebene der Projection, diejenige erwählen, die in der Gegend der Mondbahn liegt, und in der Weite des Mondes durchgehet, ob man gleich hierzu andere Ebenen annehmen könnte, die entweder durch die Sonne oder durch die Erde gehen würden, (Mémoir. Acad. 1744. pag. 191); die durch den Mond gehende aber ſcheint mir die bequemſte zu ſeyn, weil die Bewegung des Mondes, und ſein Durchmeſſer da eben ſo ſind, als wir ſie wirklich auf der Erde beobachten; der Halbmeſſer der Erde ſelbſt, erſcheint da in bekannter und durch die Tafeln gegebener Größe, er iſt nämlich die Horizontalparallaxe des Mondes. Wenn man die Ebene der Projection ſo annimmt, als ſie Kepler und Bouillaud vorgeſchlagen, daß ſie durch den Mittelpunkt der Erde geht, ſo iſt man genöthiget, das Auge des Beobachters im Mond geſtellt anzunehmen, welches denen, die ſich mit dieſen Dingen zu beſchäfftigen anfangen, eine Schwierigkeit mehr verurſachen kann.

683. Nachdem wir alſo die Gegend des Mondes erwählet, um unſre Projection dahin zu verſetzen, müſſen wir in Erwägung ziehen, wie wir die Parallelkreiſe der Erde dahin in Vergleichung bringen ſollen. Die Projection der ganzen Erde wird ein Kreis ſeyn, der mit dem Erleuchtungskreiſe parallel und gleich ſeyn wird, wie wir bereits gewieſen haben; weil aber der Parallelkreis von Paris, mit der Ebene der Projection nicht parallel iſt, ſo kann er da keine andre Projection erhalten, als in der Geſtalt einer Ellipſe (673). Dieſe Ellipſe iſt es, die wir nunmehro beſchreiben wollen; ſie iſt eben dieſelbe ſowohl in der Ebene der Projection, die durch den Mond geht, als in der Ebene, die durch den Mittelpunkt der Erde gehen würde, nämlich in der Ebene des Erleuchtungskreiſes, weil dieſe beyden Ellipſen zwiſchen Parallellinien eingeſchloſſen ſind; ſolchergeſtalt wird alles, was bey Gelegenheit der 83ſten Figur (Art. 675) geſagt worden, bey der Ellipſe Statt finden, die wir auf dem Projectionskreiſe beſchreiben werden, der durch die Mondbahn geht.

684. Bey folgenden Bemerkungen, muß wohl in Obacht genommen werden, daß der Abſtand des Mondes vom Punkte der Projection, der einen Ort der Erde vorſtellt, die ſcheinbare Weite der Mittelpunkte der Sonne und des Mondes für denſelbigen Ort anzeigt. Ich will annehmen, daß ein Punkt E der Erde (Fig. 75.) durch die Linie EA, in A ſeine Projection erhalten habe; ſo ſieht eben dieſer Ort E der Erde, die Sonne in der Linie EA (643); wenn nun der Mittelpunkt des Mondes, auf den Punkt L der Projection trifft, ſo wird der in E befindliche Beobachter, den Mond um die Weite AL von der

Sonne

Sonne entfernt ſehen; es wird alſo auf der Ebene der Projection, die ſcheinbare Weite zwiſchen dem Monde L und dem Punkt A, der ſich mit dem Punkte E der Erde vergleicht, AL ſeyn. Man muß hier wohl verſtehen, daß man auf den Punkt A der Projection, weil dieſer Punkt die Projection des Ortes E der Erde iſt, die Sonne vergleicht, wenn man ſie vom Punkte E beobachtet; man kann alſo ohne Unterſchied ſagen, daß ein Punkt A der Projection, den Ort E der Erde bezeichnet, zum Beyſpiel die Lage von Paris, oder daß er den Ort der Sonne, von Paris geſehen, anzeigt (644).

685. Durch die, in dem 675ſten und folgenden Artikeln bewieſenen Sätze, iſt es leicht, die Ellipſe der Projection für einen Ort, oder beſtimmten Tag zu zeichnen. Es ſey AOB (Fig. 85.) der Erleuchtungskreis, oder der Kreis der Erde, welcher ſenkrecht mit der Linie aus der Sonne, oder der Linie der Mittelpunkte iſt; man muß ſich hier vorſtellen, daß die Sonne über der Figur ſteht, und ſenkrecht über dem Mittelpunkte der Erde iſt. Die Linie OPDC iſt ein Durchmeſſer des allgemeinen Mittagskreiſes, in welchem man die Sonne als feſtſtehend annimmt; dieſer Durchmeſſer aber iſt von der Axe der Erde um eine Größe unterſchieden, die der Abweichung der Sonne gleich iſt. ACB iſt ein Durchmeſſer des Aequators, ſenkrecht auf dem allgemeinen Mittagskreis; P iſt die Projection des Pols, nämlich der Punkt der Ebene der Projection, über welchen der Pol ſenkrecht ſteht (677); die Bogen BL und AK werden der Breite des Ortes gleich geſetzt; ferner KM, KN, LR, LV der Abweichung der Sonne gleich; nun zieht man die Linien MER, NFV, und erhält CE, die dem Si-

nus von BR, oder der Summe der Breite des Ortes und der Abweichung des Geſtirnes gleich iſt, und CF die dem Sinus von BV oder AN gleich iſt, nämlich dem Unterſchiede eben dieſer Bogen. Es ſind alſo die Punkte E und F die äußerſten von der Projection des Parallelkreiſes (675); daher hat die Ellipſe, die den Parallelkreis vorſtellt, EF zur kleinen Axe, und wenn man EF im Punkte G in zweene gleiche Theile theilet, ſo findet ſich der Mittelpunkt der Ellipſe; denn der Mittelpunkt muß nothwendig gleichen Abſtand von den beyden äußerſten Punkten E, F der kleinen Axe haben.

686. Es iſt gewiß, daß der Punkt G, vom Punkte D verſchieden iſt, durch welchen der Durchmeſſer KL des Parallelkreiſes von Paris geht; es rührt aber dieſes daher, daß der Kreis AOB, auf welchem wir die Bogen BL und AK, die der Breite von Paris gleich ſind, genommen haben, kein Mittagskreis iſt, auch kein Kreis, auf welchen die Breiten gezählet werden; die Axe iſt gegen den Projectionskreis geneigt; der Mittagskreis iſt gegen den Kreis AOB geneigt, der Punkt der Axe, durch welchen der Parallelkreis von Paris geht, iſt zwar in einer Entfernung vom Mittelpunkte, die CD gleich iſt, aber wenn dieſer Punkt auf den Projectionskreis gebracht wird, ſo iſt er ſenkrecht auf G gerichtet, ſo daß CG gleich iſt CD multiplicirt durch den Coſinus der Abweichung (671). Es iſt demnach das Verfahren, das wir zu Findung des Punktes G angewandt haben, nur eine Verzeichnung oder Conſtruction, durch welche man die Längen CE und CF ſo erhält, als wir gezeigt haben, daß ſie ſich finden müſſen, wo aber die Linie KDL nicht als Durchmeſſer des Parallelkreiſes gebraucht wird.

687. Die große Axe der Ellipſe, iſt der Durchmeſſer des Parallelkreiſes; weil wir ſchon die Bogen AK, und BL, der Breite des Ortes, für welchen eine Projection entworfen werden ſoll, gleich geſetzt haben, ſo wird die gerade Linie KL der Durchmeſſer ſelbſt, des Parallelkreiſes ſeyn, es iſt aber der Halbmeſſer des Parallelkreiſes, oder die halbe große Axe der Ellipſe, der Coſinus der Breite des Ortes. Hat man nun die Größe der Axe, ſo zieht man durch den Mittelpunkt G, den wir beſtimmt haben, eine Linie SGX, parallel und gleich mit KL, welche dem Durchmeſſer des Parallelkreiſes von Paris gleich iſt; ſo wird SGX die große Axe der Ellipſe ſeyn, die zu beſchreiben iſt.

688. Wenn man die große Axe SX, und die kleine Axe EGF (685) der Ellipſe kennt, die gefunden werden ſoll, ſo wird es leicht ſeyn, ſie zu beſchreiben, das iſt, alle Punkte in ihr von Stunde zu Stunde zu beſtimmen. Auf der großen Axe SX wird ein Kreis SHXQ beſchrieben, der den Parallelkreis von Paris vorſtellt, ob er gleich in einer verſchiedenen Ebene liegt; wenn dieſer Kreis, in den bezeichneten Punkten, 1, 2, 3 u. ſ. f. in 24 Stunden abgetheilet iſt, ſo iſt man verſichert, daß jeder Punkt g des Parallelkreiſes, in der Linie gf, die ſenkrecht auf der großen Axe SX ſteht, und durch jeden Punkt der Abtheilung gezogen worden, erſcheinen wird; denn die Neigung des Kreiſes SHX, und die ſchiefe Lage, unter welcher er geſehen wird, mag noch ſo verſchieden ſeyn, wenn er nur durch die Punkte S und X geht, ſo wird dennoch der Punkt g ſeines Umfanges, allezeit ſenkrecht über den Punkt h der großen Axe ſtehen, und die Abſciſſe Gh der Ellipſe, wird allezeit der

Sinus

Sinus ſelbſt, des Bogens Hg vom Parallelkreiſe oder des Abſtandes vom Mittagskreiſe ſeyn.

689. Um nun auch die Ordinate bh der Ellipſe, in eben dem Punkte zu finden, darf man nur erwägen, daß die Linie gh des Parallelkreiſes, ſchief angeſehen, in der Länge bh erſcheinen muß, und in eben der Verhältniß kleiner als gh, wie GE kleiner, als GH iſt, oder die kleine Axe kürzer, als die große Axe iſt; es kömmt alſo darauf an, den Coſinus gh um einen Stundenwinkel von 15° u. ſ. f. in eben der Verhältniß zu verringern.

690. Die ſolchergeſtalt verringerten Coſinuſſe leichtlich zu finden, kann man ſich eines Proportionalzirkels bedienen, oder man beſchreibt aus dem Mittelpunkte G einen andern Kreis EYF auf der kleinen Axe, und theilt ihn wie den Kreis HXQ in 24 Theile, wenn man mit 24 Stunden zufrieden ſeyn will, oder in 48, wenn man eine in halbe Stunden abgetheilte Ellipſe haben will. Durch die Theilungspunkte des großen Kreiſes, zieht man Parallellinien gbh mit der kleinen Axe, und durch die Theilungspunkte des kleinen Kreiſes, die eben dieſen Stunden zukommen, zieht man Linien wie ab parallel mit der großen Axe; wenn nun dieſe verlängert werden, ſo treffen ſie mit den erſtern, in den Punkten als b zuſammen, und werden die Ellipſe bilden, die verlangt wird. Zum Beyſpiel, ſchneidet die zwote Parallellinie mit der kleinen Axe, die vom Punkte 30 oder g zum Punkte f geht, die zwote Linie ab, die gleichfalls auf 30° vom Punkte E parallel mit der großen Axe GX, gezogen worden, in dem Punkte b; dieſer Punkt iſt derjenige in der Ellipſe, welcher zwo Stunden vom Mittagskreiſe iſt, weil bh der Coſinus von 30° in dem

kleinen

kleinen Kreiſe, oder der nach Verhältniß der Axen verringerte Coſinus gh iſt. Der zugehörige Punkt c zur Linken, bezeichnet zwo Stunden nach Mittag. Solchergeſtalt erhält man für jede Stunde, die Projection des Parallelkreiſes von Paris, und die Lage von Paris auf dem Projectionskreiſe, für alle Stunden des Tages.

691. In der 88ſten Figur zeigt ſich, eine nach vorhergehender Methode gezeichnete Ellipſe, für 26° der Abweichung, es ſind aber bey ihr alle Linien weggelaſſen worden, die zu ihrer Beſchreibung erfoderlich geweſen. Der untere Theil der Ellipſe, findet Statt, wenn die Abweichung nordlich iſt; denn alsdenn erſcheint der erleuchtete Theil des Parallelkreiſes, als CB in der 83ſten Figur, der niedrigſte oder ſüdlichſte in Vergleichung mit der Linie ST aus der Sonne gezogen. Man mag ſich aber des obern oder untern Theiles der Ellipſe bedienen, ſo muß man doch allezeit Paris, oder den Ort des Beobachters ſo betrachten, als ob er nach der Linken gehe, das iſt, gegen Morgen, in dem ſichtbaren Theile des Parallelkreiſes, oder in dem Theile, der gegen das Geſtirn gerichtet iſt.

Der rechter Hand liegende oder weſtliche Theil der Ellipſe (Fig. 88.), gehört in den Sonnenfinſterniſſen für die Stunden des Morgens; oder wenn es die Bedeckung eines Fixſternes iſt, ſo dient dieſer Theil vor dem Durchgange des Sternes durch den Mittagskreis, weil die Bewegung der Erde gegen Morgen geht; es ſey auf dem Erdboden, oder auf der Projection, die deſſen Abbildung iſt; wenn es die Sonne betrifft, ſo bemerkt man o St. oder 12 St. im obern Theile der kleinen Axe; geht es aber auf die

Bede-

Bedeckung eines Sternes durch den Mond, ſo ſchreibt man dahin, die Stunde des Durchganges des Sternes durch den Mittagskreis.

692. Am Fuße der Figur 88. ſind die Durchmeſſer der Ellipſen vorgeſtellt, die man für verſchiedene Abweichungen finden würde, wenn man eben den Halbmeſſer der Projection beybehielte. Man erſieht auch da, in welchem Abſtande alle dieſe Ellipſen durch den oberſten Punkt S der Projection gehen würden, oder die Weite SV. Im Mittel der Ellipſe habe ich, die Stellen der Mittelpunkte dieſer verſchiedenen Ellipſen angegeben; ein jeder wird ſich alle dieſe auf eben ſo viel beſondre Blätter zeichnen können, um die Bedeckungen aller der Sterne vom Monde, zu berechnen.

693. Die Lage des Breitenkreiſes, in Anſehung des Abweichungskreiſes CG (Fig. 84.), kann durch die Berechnung des Poſitionswinkels (313) gefunden werden; um aber ſo viel als möglich iſt, die vorzutragende Art der Zeichnung zu verkürzen, kann man ſich folgender Methode bedienen. Ich ſetze voraus, daß FGH ein Bogen des Projectionskreiſes ſey, welcher der doppelten Schiefe der Ekliptik gleich iſt, oder, daß man vom Punkte G, wo ſich der Mittagskreis CG der Projection endiget, die Bogen GF und GH jeden von 23° 28′ genommen habe; auf der Tangente GV des Bogens GF, und aus dem Mittelpunkte G, beſchreibt man einen Kreis XMV, der in 12 Zeichen, wie die Ekliptik abgetheilt wird, indem man vom Punkte X auf der Abendſeite anfängt, wo man das Zeichen des Witters hinſetzt, nämlich 0 Z. der Länge, und ſo von X nach M, V und B fortgeht. Auf dieſem Kreiſe, wird ein Bogen XM abgeſchnitten,

ten, welcher der Länge der Sonne oder des Sternes, deſſen Bedeckung berechnet wird, gleich iſt; auf den Durchmeſſer VX wird die ſenkrechte Linie MN gezogen; ſo wird der Punkt N der Tangente GNX, durch welche dieſe ſenkrechte Linie MN geht, derjenige Punkt ſeyn, durch welchen man den Breitenkreis CN legen muß.

Denn GN iſt der Coſinus des Bogens XM, oder der Länge der Sonne, für den Halbmeſſer GX, dahero GX : R :: GN : Coſin. der Länge der ☉; das iſt, GN = GV. Coſin. der Länge; durch die Verzeichnung aber iſt GV = Tang. 23°½ für den Halbmeſſer, den wir der Einheit gleich ſetzen, das iſt CG oder CH, dahero iſt GN = Tang. 23°½. Coſin. der Länge, dieſes bezieht ſich auf die Proportion der ſphäriſchen Trigonometrie, durch welche man den Poſitionswinkel findet, wenn die Länge der Sonne, und die Schiefe der Ekliptik bekannt ſind: der Halbmeſſer verhält ſich zum Coſinus der Hypothenuſe oder der Länge der Sonne, wie die Tangente des Winkels, der die Schiefe der Ekliptik iſt, zu der Cotangente des andern Winkels, oder zur Tangente des Poſitionswinkels. Folglich iſt der Winkel NCG derjenige, welchen der Breitenkreis CN mit dem Mittagskreiſe CG machen muß.

694. Man könnte auch eine ähnliche Verzeichnung für die Fixſterne machen, welche der Mond trifft; man würde freylich den Coſinus der Breite, dem Halbmeſſer gleich nehmen müſſen, der Fehler aber iſt unmerklich; denn die Breite des Mondes ſteigt nicht auf 6°, ſo iſt nicht $\frac{1}{180}$ Irrthum zu befürchten, welches nicht 8 Minuten des Grades auf dem Bogen AF beträgt: es ſind aber 8′ ſogar auf einer Figur, die

die einen Fuß im Halbmeſſer hat, dergleichen ich zu gebrauchen pflege, unmerklich. Auf dem Umfange der 88ſten Figur, habe ich die Punkte angemerkt, durch welche der Breitenkreis, für verſchiedene Sterne gelegt werden muß, als γ♍, das iſt, der Stern γ in dem Sternbilde der Jungfer u. ſ. w. Es zeigt ſich, daß alle diejenigen, deren Länge im erſten oder letzten Viertheile der Ekliptik ſind, nämlich, in den aufſteigenden Zeichen, rechter Hand des Mittagskreiſes CS liegen, die andern aber ſind linker Hand; weil in der 84ſten Figur die drey erſten und drey letzten Zeichen der Länge, rechter Hand oder gegen Abend des Punktes G ſtehen; welches auf einer Himmelskugel leicht wahrzunehmen iſt; die Richtung der Ekliptik geht in allen Fällen gegen Morgen; und wenn ſie ſich zugleich nach Norden erhebt, ſo muß die ſenkrechte Linie auf die entgegengeſetzte Seite der Richtung der Ekliptik, abweichen, nämlich gegen Abend, wenn ſie von der Nordſeite betrachtet wird.

Die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß, oder die Bedeckung eines Fixſternes, durch Zirkel und Linial zu finden.

695. Die vorhergehenden Verzeichnungen ſind hinreichend, den Anfang und das Ende einer Finſterniß auf eine Minute der Zeit, genau zu finden, ohne die Parallaxen berechnen zu dürfen. In der 88ſten Figur ſtellt ſich ein Halbkreis von etwa $5\frac{1}{2}$ Zollen im Halbmeſſer dar, welcher die Projection der Erde, in der Bahn des Mondes abbildet (649); der Halbmeſſer CR iſt in ſo viel Minuten getheilet, als die Parallaxe derſelben enthält; der Durchmeſſer TR iſt dem Aequa-

Aequator parallel, CS iſt ein Theil des allgemeinen Mittagskreiſes, oder des Abweichungskreiſes, der durch die Sonne oder den Stern geht; CK iſt der Abſtand vom Mittelpunkte der Projection, zum Mittelpunkte der Ellipſe, der oben (678) gefunden worden; KF iſt die halbe Axe der Ellipſe (687), die dem Coſinus der Breite des Ortes gleich iſt, für welchen die Finſterniß, zum Beyſpiel für Paris, berechnet wird. Die Linie KV oder KQ iſt die Hälfte der kleinen Axe der Ellipſe, die ſich zur großen verhält, wie der Sinus der Abweichung des Geſtirnes zum Halbmeſſer (674). Dieſe Ellipſe ſtellt in der 88ſten Figur den Parallelkreis von Paris vor, oder den Abriß, der in der Ebene der Projection, durch die Linie beſchrieben iſt, die von Paris bis zum Antares, deſſen Abweichung 26° beträgt, geführet worden.

696. Der obere Theil der Ellipſe, iſt der Tagebogen, oder derjenige, den man gebrauchen muß, wenn die Sonne eine ſüdliche Abweichung hat; der untere Theil FQH aber, iſt derjenige, der zu den nördlichen Abweichungen dient, (691): der Breitenkreis iſt durch CL vorgeſtellet (694).

697. Wenn die Breite des Mondes, in dem Augenblicke der Conjunction, auf den Abtheilungen der Linie CR, die zum Maaßſtabe dient, genommen, und von C in L auf dem Breitenkreiſe gelegt worden, ſo iſt der Punkt L derjenige, durch welchen die Mondbahn gehen muß, indem man ihr die zukommende Neigung giebt. Zu dieſer Abſicht muß man durch den Punkt L der Conjunction, eine Linie LM, ſenkrecht auf den Breitenkreis ziehen; nun nimmt man auf der Abtheilung in CR die Größe der ſtündlichen Bewegung des Mondes in der Länge, weniger die

ſtündliche Bewegung der Sonne, und ſetzt dieſe Bewegung von L in M; man nimmt auch die ſtündliche Bewegung in der Breite, und ſtellt ſie von M in N, parallel mit dem Breitenkreiſe; gegen Mittag vom Punkte M wenn der Mond ſich Norden nähert; gegen Mitternacht aber, wenn ſich der Mond Süden nähert, das iſt, wenn die Breite ſüdlich wachſend, oder nördlich abnehmend iſt. Durch die Punkte N und L wird die relativiſche Bahn INL gelegt; man bemerkt am Punkte L die Stunde und Minute der Conjunction; in N aber eine Stunde weniger; NL wird in 60 Minuten der Zeit getheilt, und eben dieſe Eintheilungen, werden auch linker Hand vom Punkte L abgeſtochen, um die Stellung des Mondes von Minute zu Minute, eine Stunde vor der Conjunction, und eine Stunde darnach, oder auch weiter, zu haben.

698. Auf der Ellipſe bemerkt man die Stunden der Sonne oder des Sternes, die den gefundenen Eintheilungen zu kommen (690); und nimmt den untern Theil der Ellipſe, wenn die Sonne oder der Stern ihre Abweichung auf der Seite des erhabenen Pols haben (691). Wenn es die Bedeckung eines Sternes betrifft, ſo ſchreibt man auf den Mittagskreis in V oder in Q, die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis.

699. Auf den Abtheilungen von CR, wird die Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes genommen, oder der Halbmeſſer des Mondes allein, wenn es eine Bedeckung eines Sternes betrifft. Wenn der Zirkel um dieſe Größe eröffnet worden, ſo zeigt ſich, ob der Zeitpunkt der in L bemerkten Conjunction, und eben die Minute der Zeit auf den Eintheilungen der Ellipſe, um dieſe Größe der Halbmeſſer von einander abſte-

abſtehen; wenn ſich dieſes zuträgt, ſo iſt die Zeit der Conjunction, auch die Zeit des Anfanges oder des Endes der Finſterniß; es wird aber der Anfang ſeyn, wenn der auf dem Parallelkreiſe gefundene Punkt, gegen Morgen vom Punkte L liegt; und das Ende wird es ſeyn, wenn der Punkt der Ellipſe, der mit eben der Stunde bezeichnet iſt, als der Punkt L, gegen Abend, oder auf die rechte Seite des Punktes L fällt.

Wenn dieſer Abſtand der übereinſtimmenden Punkte der Ellipſe, und der Mondbahn, der Summe der Halbmeſſer nicht gleich iſt, ſo ſtellt man den Zirkel rechter oder linker Seits vom Punkt L auf die Mondbahn, wie in I; und wird da wahrnehmen, ob der Punkt A, der Ellipſe, der mit eben der Zahl der Stunden und Minuten bemerkt iſt, als der Punkt I der Mondbahn, von dieſem um die Größe der Halbmeſſer zur linken liegt; wenn er zu weit entfernt iſt, ſo führt man den rechten Fuß des Zirkels, ohne die Eröffnung zu ändern, ſo weit fort, bis der linke Fuß deſſelben, einen Punkt A der Ellipſe trifft, der mit eben der Anzahl von Minuten bemerkt iſt, als der Punkt der Mondbahn, wo der rechte Fuß ſteht.

Wenn auf ſolche Art, zwo übereinſtimmende Zeiten gefunden worden, eine auf der Mondbahn, die andre auf dem Parallelkreiſe, dergleichen I und A ſind, die mit eben der Stunde und eben der Minute bemerkt ſind, und um die Größe I A von einander abſtehen, ſo daß der Punkt I der Mondbahn zur rechten oder gegen Abend vom Punkte A des Parallelkreiſes liegt, ſo iſt man verſichert daß dieſes der Zeitpunkt des Anfanges der Finſterniß iſt; denn es iſt gezeigt worden, daß die Finſterniß für Paris anfängt, wenn die Weite zwiſchen dem Punkte der Projection wo Paris die Sonne ſieht, das iſt, mit welchem Paris übereinſtimmt, und zwi-

ſchen den, wo ſich der Mond in eben dem Augenblicke befindet, der Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich iſt (646).

700. Der Mond geht in ſeiner Bahn, gegen Morgen fort, von I in E, und Paris geht auf ſeinem Parallelkreiſe von A in B; es geht aber viel langſamer, weil 12 Stunden erfordert werden, die halbe Ellipſe des Parallelkreiſes von Paris zu beſchreiben, indem der Mond in zwo Stunden Zeit, oder ohngefähr in ſeiner Bahn einen eben ſo beträchtlichen Weg zurück legt: es wird demnach der Mond auf die andere Seite oder gegen Morgen von Paris gekommen ſeyn, und ſich in E befinden, wenn Paris nur in B wird gekommen ſeyn; ſie werden dahero noch einmal einerley Weite von einander haben, nämlich einen Abſtand BE, der die Summe der Halbmeſſer des Mondes und der Sonne enthält, da der Mond nunmehro die Sonne verläßt; und wenn man zween Punkte B und E wird gefunden haben, die mit einerley Minute bezeichnet ſind, ſo iſt man verſichert, das Ende der Finſterniß zu haben.

701. Das Mittel der Finſterniß, iſt ohngefähr das Mittel des Zeitraumes zwiſchen dem Anfange und Ende; dahero ſucht man die Minute, oder den Punkt D, welcher das Mittel hält, zwiſchen dieſen in I und E bemerkten Zeitpunkten, und die Minute oder den Punkt G, der auch das Mittel zwiſchen A und B macht. Die Entfernung dieſer beyden Punkte D und G, von welchen einer auf der Mondbahn, der andre auf dem Parallelkreiſe von Paris iſt, wird den kürzeſten Abſtand der Mittelpunkte des Mondes und der Sonne geben, oder ihre Weite, zur Zeit des Mittels der Finſterniß.

702. Wenn dieſe Weite mit dem Zirkel gefaßet, und auf die Abtheilungen des Halbmeſſers CR getra-

gen

gen wird, ſo findet ſich die Beſtimmung derſelben in Minuten und Secunden des Grades; denn auf einem Maaßſtabe eines Fuß langen Halbmeſſers, nimmt jede Minute mehr als zwo Linien ein, und man unterſcheidet darauf leichtlich einen Zwiſchenraum von 5 bis 6″: man erhält alſo, den kürzeſten Abſtand des Mittelpunktes des Mondes, vom Mittelpunkte der Sonne, oder dem Sterne, zur Zeit des Mittels der Finſterniß, in Minuten und Secunden. Wenn der Punkt D der Mondbahn, unter oder gegen Mittag vom Punkte G des Parallelkreiſes liegt, ſo iſt dieſes ein Merkmahl, daß der Mond gegen Süden des Sternes, vorbeygeht.

703. Zu Vermeidung der jedesmal zu machenden Abtheilung des Halbmeſſers CR der Projection, in ſo viel Theile, als die Parallaxe enthält, nämlich bald in 54′, bald in 61′, ohne die Brüche der Minuten zu erwähnen, macht man einen Maaßſtab EF (fig. 89.) von 60 Minuten, deſſen Linien länger ſind, als der Halbmeſſer zum Projectionskreiſe, wenn die Parallaxe kleiner als 60′ iſt; die aber kleiner ſind, wenn die Parallaxe 60′ überſteigt: wenn zum Beyſpiel, die Parallaxe von 54′ iſt, nämlich um ein Sechstheil kleiner als der Halbmeſſer der Projection, den man immer von 60′ annimmt, ſo muß man einen Maaßſtab haben, auf welchen der Zirkel 54′ anſtatt 60′ anzeigen kann; denn eben dieſelbe Eröffnung des Zirkels die 10′ faſſet, wenn die Parallaxe von 60′ iſt, muß nur 9′ enthalten, wenn dieſe Parallaxe nicht mehr als 54′ beträgt; es iſt dahero ein Maaßſtab nöthig, der um ein Sechstheil länger iſt; obgleich dieſer Maaßſtab in 60 Theile getheilet iſt, ſo wird er doch nur 54 geben, wenn man den Halbmeſſer der Projection darauf trägt, weil er länger

 als

als dieſer Halbmeſſer iſt, und ſeine Theile mehr Raum einnehmen.

704. Weil der Halbmeſſer des Mondes immer $\frac{3}{11}$ von der Parallaxe iſt (584), ſo kann man eine gerade Linie CD ſo auf dem Maaßſtabe ziehen, daß ſie von allen Parallaxenlinien $\frac{3}{11}$ abſchneidet, von der Linie an gerechnet die mit 10, 10 bezeichnet iſt; auf dieſem Maaßſtabe kann man leichtlich den Halbmeſſer des Mondes nehmen, der zum Beyſpiel von $16'\frac{2}{3}$ iſt, wenn die Parallaxe 61′ enthält; von $14'\frac{2}{3}$ wenn ſie von 54′ iſt, und ſo bey den übrigen; man kann ihn mit dem Zirkel nehmen, ohne nöthig zu haben ſeinen Werth zu wiſſen.

705. Wenn der kürzeſte Abſtand GD der Mittelpunkte der Sonne und des Mondes gefunden worden, und man will daraus die Größe der Finſterniß in Zollen wiſſen (628), ſo muß man dieſen Abſtand, von der Summe der Halbmeſſer abziehen, und den Reſt auf den Sonnendurchmeſſer tragen, der in 12 Theile oder 12 Zolle eingetheilt iſt; ſo wird ſich da der verfinſterte Theil der Sonne, in Zollen und Theilen der Zolle zeigen.

706. Bey den Bedeckungen der Sterne, findet eben daſſelbe Verfahren ſtatt, wie bey den Sonnenfinſterniſſen, wenn man dabey bemerket, 1) daß CL der Unterſchied iſt, zwiſchen der Breite des Mondes, und der Breite des Sternes, 2) daß LN die ſtündliche Bewegung des Mondes allein iſt, weil der Fixſtern keine eigenthümliche Bewegung hat; 3) daß man auf die Punkte V oder Q der Ellipſe, die Stunde des Durchganges durch den Mittagskreis ſetzt, oder genauer, den Unterſchied zwiſchen ſeiner geraden Aufſteigung, und

der

der geraden Aufſteigung der Sonne, in Zeit verwandelt, für die Stunde der Bedeckung; 4) daß man die Weite IA nur dem Durchmeſſer des Mondes gleich nimmt.

707. Exempel. Den 7ten April 1749 war Antares in Conjunction mit dem Monde um 2 Uhr 22′ des Morgens; die Mondparallaxe war damals $57' \frac{1}{4}$, ſeine ſtündliche Bewegung 33′ 12″ in der Länge, und 1′ 56″ in der Breite, abnehmend; die Breite in dem Zeitpunkt der Conjunction war 3° 45′ 22″, die Breite des Sternes war 4° 32′ 12″; ſo ſtund demnach der Mond 46′ 50″ gegen Norden des Sternes.

Zuerſt wird die Axe der Ekliptik oder der Breitenkreis CL, auf den Punkt gezogen, der der Länge des Antares 8 Z. 6° 16′ (693), zukommt; auf der Linie, die im Maaßſtabe der Parallaxen 57′ zugehört (fig. 89) wird eine Länge von 46′ 50″ genommen, und von C in L auf den Breitenkreis getragen; auf den Punkt L wird die ſenkrechte Linie LM (fig. 88.) gerichtet.

Auf eben derſelben Linie des Maaßſtabes der Parallaxen, wird die ſtündliche Bewegung des Mondes $33' \frac{1}{5}$ genommen, und von L in M auf die Linie gelegt, die ſenkrecht auf dem Breitenkreiſe ſteht; es werden auch 2′ unter den Punkt M geſetzt, weil der Mond 2′ in einer Stunde gegen Norden fortruckt, und der Punkt N, zeigt den Ort des Mondes an, eine Stunde vor der Conjunction, oder um 1 Uhr 22′ des Morgens: wenn demnach in L der Zeitpunkt der Conjunction 2 St. 22′ angeſetzt iſt, ſo wird in N 1 St. 22′ geſetzt, und weil der Raum LN in 60 Theile getheilt wird, ſo zeigt man den Stand des Mondes von 10 zu 10′ an, wie in der 88ſten Figur von 0 St. 50′ bis 2 St. 30′ zu ſehen.

Die Zeit des Durchganges des Antares durch den Mittagskreis von Paris iſt 3 Uhr 11′ (363), dieſe wird oben in der Ellipſe in V angemerkt, ferner 2 St. 11′, 1 St. 11′ u. ſ. f. auf den übrigen Abtheilungen der Ellipſe; die Zwiſchenräume werden von 10 zu 10′ abgetheilt, wenigſtens in den Stunden, in welchen die Bedeckung zu erwarten iſt, nämlich in denen die der Zeit der Conjunction nahe ſind.

Auf dem Maaßſtabe wird der Halbmeſſer des Mondes, von der Linie 10, 10 an, bis zur Linie CD, und zwar auf der Linie von 57′ genommen; wenn nun dieſe Eröffnung des Zirkels auf der Mondbahn und auf der Ellipſe fortgetragen wird, ſo ſiehet man daß, wenn der eine Zirkelfuß in I auf 1 St. 1′ ſteht, der andre in A in die Ellipſe fällt, und da auch 1 St. 1′ trifft: wenn demnach der Mond in I, um 1 Uhr 1′ iſt, und die Projection von Paris, oder der ſcheinbare Ort des Sternes in A iſt, ſo muß eine Bedeckung erfolgen, indem der Abſtand des Mondes vom Sterne ganz genau dem Halbmeſſer des Mondes gleich iſt, welches eine Berührung des Sternes vom Mondrande anzeigt.

Eben dieſe Eröffnung des Zirkels, wird auf die andre Seite geführet, indem er gegen Morgen fortgeſetzt wird, da findet ſich daß wenn eine Spitze in E auf 2 St. 11′ ſteht, und die andre Spitze auch auf 2 St. 11′ in der Ellipſe in B zeigt, ſo iſt dieſes der Zeitpunkt des Austrittes; der Mond hat demnach den Theil I E ſeiner Bahn zurückgelegt, vom Augenblicke des Eintrittes, bis zum Augenblicke des Austrittes, und der ſcheinbare Ort des Sternes, hat ſich um die Größe A B verändert. Gegen die Mitte dieſes Zwiſchenraumes, hat ſich, da der Mond in D und der Stern in G geweſen, der kürzeſte Abſtand ereignet; man kann ſich hiervon verſichern, wenn

wenn man den Abſtand von Minute zu Minute abmißt, denn da wird ſich zeigen, daß er ohngefähr bey 1 St. 36′ abzunehmen aufhört, nach dieſem aber wieder zunimmt: wenn dieſer kürzeſte Abſtand DG auf die Linie 57 des Maaßſtabes der Parallaxen geſtellt wird, ſo findet ſie ſich von 6′, welches anzeigt, daß der Mittelpunkt des Mondes, 6′ gegen Mittag vom Sterne, in der Zeit des kürzeſten Abſtandes fortgegangen. Iſt es aber eine Sonnenfinſterniß, ſo nimmt man die Summe der Halbmeſſer der Sonne und des Mondes, um ſie auf die Abtheilungen der Mondbahn und der Ellipſe zu tragen.

708. Es würde leicht ſeyn, das Verfahren bey dieſer Zeichnung von welcher die Erklärung vorgetragen worden, auf Rechnung zu bringen; es finden ſich aber noch andre Methoden, die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß nach aller Schärfe zu berechnen; die Beſchreibung derſelben iſt in meiner Aſtronomie enthalten; hier kann ich nur einen Begriff von derjenigen geben, die ich zu meinem Gebrauche angenommen und verbeſſert habe, und die ich die Methode der parallactiſchen Winkel nenne.

Es ſey S die Sonne (fig. 86.) oder der Stern deſſen Bedeckung berechnet werden ſoll, ZCSD der Scheitelkreis der Sonne, PBSE der Breitenkreis, vom Pol der Ekliptik durch die Sonne gezogen, OS der Abweichungskreis, vom Pol des Aequators gezogen. Wenn man nun die Abweichung der Sonne, und die Zeit weiß, für welche man den ſcheinbaren Abſtand der Mittelpunkte und die Beſchaffenheit oder Erſcheinung der Finſterniß berechnen will, ſo ſucht man die Sonnenhöhe (368), und ihren parallactiſchen Winkel OSZ (369),

(369), davon zieht man den Poſitionwinkel OSP (313, 318) ab, der im Mittelpunkte der Sonne durch den Abweichungskreis und den Breitenkreis gemacht wird; er wird addirt, wenn der Pol der Ekliptik, auf der andern Seite des Punktes O liegt, welches ſich leichtlich auf einer Himmelskugel wird wahrnehmen laſſen, die auf den Tag und die beſtimmte Stunde gehörig geſtellet worden (192): ſo erhält man den eigentlich ſo genannten **parallactiſchen Winkel**, der durch den Scheitelkreis, und den Breitenkreis gemacht wird.

709. Wenn man für eben dieſen Zeitpunkt, die wahren Längen des Mondes und der Sonne weiß, ſo hat man ihren Unterſchied, der durch den Coſinus der Breite des Mondes multiplicirt werden muß, und der in dieſer Beſchaffenheit, durch die Linie AB die mit der Ekliptik parallel iſt, oder ſenkrecht auf dem Breitenkreiſe ſteht, vorgeſtellet iſt. Die wahre Breite des Mondes, für eben dieſen Zeitpunkt, muß auch bekannt ſeyn, dieſe iſt der Bogen SB des Breitenkreiſes, der zwiſchen der Sonne und dem Punkte B über welchen der Mond A, ſenkrecht ſteht, enthalten iſt. In dem bey B rechtwinklichten Dreyecke ABS, kennt man die beyden Seiten AB und BS, und ſucht durch die ebene Trigonometrie den Winkel der Conjunction ASB, und die Linie AS, welche die wahre Weite des Mondes von der Sonne iſt. Den parallactiſchen Winkel PSC zieht man von dem Winkel der Conjunction ASB ab, oder man nimmt ihre Summe, wenn der Punkt A auf der andern Seite von BS liegt, ſo erhält man den Winkel des Azimuths ASC; kennt man nun dieſen Winkel, und die Hypothenuſe AS, ſo ſucht man SC welches der Unterſchied der Höhe iſt zwiſchen der Sonne und dem Monde, und AC welches ihr

wah-

wahrer Unterſchied des Azimuths iſt. Wenn dieſer Unterſchied der Höhe zur Sonnenhöhe addirt wird, ſo erhält man die wahre Höhe des Mondes. Durch die bekannte Horizontalparallaxe, wird die Parallaxe der Höhe berechnet (582), welche von der wahren Höhe abgezogen, die ſcheinbare Höhe giebt. Der Unterſchied zwiſchen dieſer ſcheinbaren Höhe, und der Sonnenhöhe, giebt den Bogen SD des Scheitelkreiſes, der die Horizontallinie DL bezeichnen wird, auf welcher ſich der ſcheinbare Ort L des Mondes befinden muß. Der ſcheinbare Unterſchied des Azimuths DL, iſt etwas größer als der wahre Unterſchied CA; die Verſchiedenheit aber ſteigt niemals auf 30″, und kann in vielen Fällen weggelaſſen werden; man könnte ſie leichtlich finden, weil ſich CA zu DL verhält, wie der Sinus des wahren Abſtandes vom Zenith, zum Sinus des ſcheinbaren Abſtandes. In der Connoiſſance des Temps von 1764. habe ich hiervon eine Tafel gegeben. Man kann auch noch den Unterſchied des Azimuths DL, durch die Parallaxe des Azimuths (592) verbeſſern, und wenn man die äußerſte Schärfe in der Rechnung anbringen will, ſo gebraucht man noch bey der Parallaxe der Höhe CD, die Gleichung welche von der zuſammengedruckten Geſtalt der Erde hergenommen iſt (594). Wenn nun durch dieſes Verfahren DL und DS gefunden worden, ſo wird das Dreyeck DSL aufgelößt, und man erhält die Hypothenuſe SL, welche den ſcheinbaren Abſtand der Mittelpunkte der Sonne und des Mondes giebt.

710. Wenn dieſer Abſtand der Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne und des Mondes gleich iſt, (oder des Mondes allein, wenn es eine Bedeckung betrifft), ſo iſt es eine Anzeigung daß die beyden Rän-

der

der einander berühren, und daß entweder die Finſterniß anfängt, oder ſich endiget: wenn aber dieſer Abſtand kleiner iſt, zum Beyſpiel, von 5′, ſo iſt man verſichert, daß der Mond 5′ weit vor die Sonne geruckt iſt, oder daß die Verfinſterung 5′ beträgt. Wenn man eine ſenkrechte Linie LE, vom ſcheinbaren Orte L des Mondes, auf den Breitenkreis BSE fallen läßt, ſo erhält man die ſcheinbare Breite des Mondes SE, und den Unterſchied der ſcheinbaren Länge EL. Solchergeſtalt iſt die Größe BE die Parallaxe der Breite, und der Unterſchied zwiſchen AB und LE die Parallaxe der Länge, indem man annimmt, daß der Punkt L, und der Punkt A beyde auf eben derſelben Seite des Breitenkreiſes BSE ſtehen.

711. Wenn man eben dieſe Rechnung für zweene verſchiedene Zeitpunkte anſtellt, ſo findet man zwo ſcheinbare Breiten, und zween Unterſchiede der Längen zwiſchen dem Monde und der Sonne; und man kann nun die ſcheinbare Bahn zeichnen, die durch die Parallaxe beſtimmt wird, und hierauf die Erſcheinungen einer Sonnenfinſterniß berechnen, ſo wie wir dieſelben für eine Mondfinſterniß berechnet haben, da wir die wahre relativiſche Bahn entwarfen (620).

Gebrauch der Finſterniſſe zu Erfindung der geographiſchen Längen.

712. Die allergenaueſte Art, die wir zu Beſtimmung der Längen der Oerter des Erdbodens (47) gebrauchen können, oder den Unterſchied der Mittagskreiſe (51. 54) zu finden, iſt gewißlich die Anwendung der Sonnenfinſterniſſe oder der Bedeckungen der Sterne; die einzige Beſchwerlichkeit bey dieſer Art, iſt die Weitläuftigkeit der Rechnungen, die ſie erfordert, es hindert

dert uns aber dieſes keinesweges, an den beſtändigem Gebrauche derſelben, zum Nutzen der Erdbeſchreibung.

713. Nachdem man den Anfang und das Ende einer Sonnenfinſterniß oder den Eintritt, und Austritt, eines Sternes, welchen der Mond bedeckt hat, oder die Bedeckung eines Planeten vom Monde, beobachtet hat, muß man daraus die Zeit der wahren Conjunction zu beſtimmen ſuchen; und wenn man die Zeit eben dieſer Conjunction an jedem von beyden Oertern weiß, ſo iſt der Unterſchied der Zeit, offenbar der Unterſchied der Mittagskreiſe (Kepler aſtronom. pars optica 395). Dieſe Methode iſt die gerade zur Abſicht führende, die ſchönſte und ſicherſte, die man nur zum Gebrauche anwenden kann. Zum Beyſpiel habe ich die Berechnung einer Bedeckung eines Fixſternes erwählen wollen, weil ſelbige einige Betrachtungen mehr darreichen wird, als die Berechnung einer Sonnenfinſterniß; ich werde aber immer die Beſchaffenheit und Einrichtung welche die Sonnenfinſterniſſe erfodern, beyzufügen befliſſen ſeyn.

714. Es ſey S (fig. 90.) die Sonne, oder der bedeckte Stern, L der ſcheinbare Stand des Mittelpunktes des Mondes in Anſehung der Sonne bey Anfange der Finſterniß; F der ſcheinbare Ort des Mittelpunktes des Mondes, in dem Augenblicke des Austrittes; LF die ſcheinbare Bewegung des Mondes in Anſehung der Sonne, oder des Sternes, während der Zeit der Finſterniß oder Bedeckung; SH der Breitenkreis, der durch den Stern geht, GHI ein Bogen der Ekliptik, DSE eine ſenkrechte Linie auf SH, die durch den Stern geht, und ſcheinbar parallel mit der Ekliptik iſt; es ſey auch FA parallel mit DE genommen, ſo wird man die ſcheinbare Bewegung in der Breite AL, und die ſcheinbare relativiſche Bewegung in der Länge FA, auf einem Bogen eines größten Kreiſes haben; dieſer Bogen fällt

mit

mit der Linie ſcheinbar zuſammen, die mit der Ekliptik parallel iſt, er iſt aber um etliche Secunden kleiner als der Bogen GI der Ekliptik; dieſe ſcheinbare Bewegung iſt die erſte Sache, die gefunden werden muß.

715. Aus den Tafeln kennt man die Zeit der wahren Conjunction, die eben ſo wohl als die wahren Längen und Breiten des Mondes, und des bedeckten Geſtirnes, für den Anfang und das Ende der Bedeckung berechnet werden; für eben dieſe Zeitpunkte berechnet man auch den Unterſchied der Parallaxen der Länge und der Breite (710); jede Parallaxe addirt man zur wahren Länge, oder ſie wird davon abgezogen, nach dem der ſcheinbare Ort des Mondes, mehr oder weniger als der wahre Ort fortgeruckt iſt, und ſo erhält man die ſcheinbaren oder durch die Parallaxe beſtimmten Längen, deren Unterſchied, die ſcheinbare Bewegung des Mondes in der Ekliptik iſt; hiervon wird die Bewegung der Sonne oder des bedeckten Geſtirnes abgezogen (iſt es aber rückgängig ſo werden ſie addirt); und dadurch erlangt man die Größe GI nämlich die ſcheinbare relativiſche Bewegung in der Ekliptik.

716. Auf eben dieſe Art gebraucht man den Unterſchied der Parallaxen der Breite für jeden von beyden Zeitpunkten, bey der wahren aus den Tafeln berechneten Breite des Mondes (oder bey ihrem Abſtande vom Nordpol der Ekliptik), und daraus erhält man die beyden ſcheinbaren Breiten IL, GF zu Anfange und Ende der Bedeckung; der Unterſchied dieſer ſcheinbaren Breiten (oder ihre Summe, wenn eine ſüdlich die andre aber nordlich seyn ſollte), iſt die ſcheinbare Bewegung des Mondes in der Breite; hiervon zieht man die Bewegung in der Breite des bedeckten Geſtirns ab, wenn die Breite deſſelben ſich nach eben der

Be-

Beſchaffenheit ändert, als die Breite des Mondes, und findet dadurch die Größe AL oder die ſcheinbare relativiſche Bewegung des Mondes. Der Unterſchied der ſcheinbaren Längen, das iſt, GI, wird multiplicirt durch den Coſinus der ſcheinbaren Breite, die das Mittel iſt zwiſchen den Breiten IL und GF (531), und man findet dadurch die Größe der Bewegung FA, in der Gegend der Bedeckung gemeſſen.

717. In dem bey A rechtwinklichten Dreyecke FAL, kennt man die beyden Seiten FA und AL, und ſucht den Winkel LFA und die Hypothenuſe FL, das iſt, die Neigung der ſcheinbaren Bahn, und die ſcheinbare Bewegung in gerader Linie, in der ſcheinbaren Bahn des Mondes, in Vergleichung auf das Geſtirn S, welches allezeit während der Bedeckung als feſtſtehend angenommen wird.

718. In dem Dreyecke LSF, kennt man drey Seiten, die ſcheinbare Bewegung FL in gerader Linie, die Summe der Halbmeſſer des Mondes, und des bedeckten Geſtirnes, und den Halbmeſſer des Mondes nach Verhältniß ſeiner Höhe über den Horizont vergrößert (572); die Summe der Halbmeſſer, im Anfange, iſt SL, am Ende SF; man ſucht die Winkel SLF und SFL, und fängt mit der gewöhnlichen Proportion der ebenen Trigonometrie an: die Bewegung FL, verhält ſich zu der Summe der beyden beobachteten Abſtände, oder der Summe der beyden Halbmeſſer SL und SF, wie ihr Unterſchied zum Unterſchiede der Abſchnitte BL und BF; die Hälfte dieſes gefundenen Unterſchiedes, addirt zu der Hälfte der Bewegung FL, giebt den größten von beyden Abſchnitten; und dieſer halbe Unterſchied, von der

Hälfte

Hälfte der Bewegung FL abgezogen, giebt den kleinſten von beyden Abſchnitten.

719. Wenn man die beyden Abſchnitte hat, ſo ſind die Winkel BLS, BFS leicht zu finden; der eine von dieſen Winkeln addirt zu dem Winkel der ſcheinbaren Neigung LFA, und der andre abgezogen, geben die Ergänzungen der Winkel der ſcheinbaren Conjunction, nämlich DSF, LSE.

Der Halbmeſſer verhält ſich zur Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer SF, welche der größten Breite zukommt, wie der Coſinus des Winkels DSF zu SD; dieſe Größe, durch den Coſinus der Breite HS des Geſtirns S dividirt (wenn es die Sonne nicht iſt), giebt den Abſtand HG von der ſcheinbaren Conjunction, für die von beyden Beobachtungen, welche der größten von beyden ſcheinbaren Breiten des Mondes zukommt, nämlich DF. Wenn es der Anfang der Bedeckung iſt, dem die größte Breite zukommt, ſo zieht man dieſen Abſtand von der wahren Länge der Sonne oder des Sternes ab; wenn es aber das Ende der Bedeckung iſt, ſo addirt man ihn zu der Länge des Sternes, und ſo erhält man die beobachtete ſcheinbare Länge des Mondes. Dieſe beobachtete Länge verglichen mit der, die berechnet worden war, wird den Fehler der Tafeln in der Länge zu erkennen geben.

720. Wenn die Parallaxe der Länge, bey der ſcheinbaren Länge angebracht wird, ſo giebt ſie die wahre Länge des Mondes; der Unterſchied zwiſchen dieſer wahren Länge, und der Länge des Sterns S, in Zeit verwandelt, nach Verhältniß der ſtündlichen Bewegung in der Ekliptik, läßt die Zeit der wahren Conjunction, für den Ort der Beobachtung finden.

Für

Für eine andre Beobachtung wird eben dieſe Rechnung gemacht, und man erhält für dieſen andern Mittagskreis, die Zeit der wahren Conjunction; dieſe wird von der erſtern um einen Zeitraum unterſchieden ſeyn, welcher den Unterſchied der Mittagskreiſe zwiſchen den beyden Oertern, wo die Beobachtung gemacht worden, angeben wird.

721. Die Art, die Längen der verſchiedenen Oerter des Erdbodens, durch die, für zweene derſelben, berechnete wahre Conjunction, zu beſtimmen, iſt die allergenaueſte, die wir haben; die einzige Beſchwerlichkeit dabey, wie bereits erwähnt worden, iſt die Weitläuftigkeit der Rechnung, die hierzu erfodert wird; es iſt dieſes eine große Hinderniß, weil ſich ſo wenig Perſonen finden, die ſich mit ſolchen Unterſuchungen beſchäfftigen. Unterdeſſen hat man doch ſeit etlichen Jahren, die Längen einer großen Anzahl Städte, durch Beobachtungen der Sonnenfinſterniſſe beſtimmt, und ich habe viele davon in die Connoiſſance des Temps für 1774 eingerückt.

722. Die Sterne, deren Eintritte beobachtet werden, ſcheinen öfters, einige Secunden lang, völlig über der Mondſcheibe zu ſtehen. Es iſt wahrſcheinlich, daß dieſe Erſcheinung durch die Verbreitung oder Ueberfließung des Lichtes des Mondes verurſachet wird; alle leuchtende Körper ſind ſolchergeſtalt mit einem Rande umgeben, und gleichſam aufgeblaſen durch das Licht, welches ſie umſtrahlt.

723. Die Dunſtkugel, welche den Mond umgiebt, bringt noch eine andre Erſcheinung hervor, welche Herr du Sejour in den Mémoires de l'Academ. für 1767 ſcheint erweißlich gemacht zu haben;

es iſt eine Beugung des Lichtes (Inflexio) von $4''\frac{1}{2}$, die dem doppelten der horizontalen Strahlenbrechung, die in der Dunſtkugel des Mondes Statt findet, gleich iſt: um dieſe Beugung des Lichtes mit in Rechnung zu bringen, muß man bey den Sonnenfinſterniſſen, den Halbmeſſer des Mondes, um dieſe Größe verringern, wenn man zugleich auch den Halbmeſſer der Sonne um 3″ wegen der Verbreitung des Lichtes verringert: den zu Beſtätigung dieſer Beugung am meiſten günſtigen Umſtand, würde eine Finſterniß darreichen, die an ſolchen Orten gänzlich wäre, wo der Mond ſehr hoch über den Horizont erhaben wäre, und ringförmig an denen Orten, wo der Mond am tiefſten ſtünde; dergleichen hat die Finſterniß vom 23ſten September 1699 ſeyn müſſen.

724. Die Bedeckungen der Planeten vom Monde, werden auf eben die Art berechnet, wie die Sonnenfinſterniſſe, oder die Bedeckungen der Fixſterne, nur muß man dabey ihre Bewegungen in der Länge und der Breite in Betrachtung nehmen, welche die Bewegung des Mondes vermehrt, oder vermindert, und auf die Lage der relativiſchen Bahn einen Einfluß hat.

725. Die Planeten kommen einander bisweilen ſo nahe, ſo daß einer den andern bedecken kann; Mars hat den Jupiter bedeckt den 9ten Januar 1591, und er wurde durch die Venus bedeckt den 3ten October 1590 (Kepler Aſtronom. Pars optica pag. 305); Merkur wurde von der Venus bedeckt den 17ten May 1737, (Philoſ. Transact. No. 450.). Es finden ſich auch in den Schriften der Aſtronomen verſchiedene Beyſpiele der Bedeckungen der Fixſterne durch die Planeten: Saturn hat den Stern o der ſechſten Grö-

ße,

ße, der am ſüdlichen Horne des Stieres ſteht, den 7ten Januar 1679 bedeckt, wie Kirch meldet (Miſcell. Berolin. pag. 205).

Von den Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonne.

Venus und Merkur, die in einer kürzern Entfernung als die Erde, um die Sonne laufen (Art. 393), kommen bey jedem ſynodiſchen Umlaufe, zwiſchen uns und die Sonne zu ſtehen; und wenn dieſe Planeten, alsdenn nur eine geringe Breite haben, ſo ſieht man einen ſchwarzen und runden Flecken in der Sonne, deſſen Breite, wenn es die Venus iſt, ohngefähr den dreyßigſten Theil der Sonne, und wenn es Merkur iſt, nur den 150ſten Theil einzunehmen ſcheint.

726. Averrhoes glaubte den Merkur in der Sonne geſehen zu haben, Albategnius aber und Kopernik zweifelten an der Möglichkeit, ihn daſelbſt mit bloßen Augen ſehen zu können, und ſie hatten völlig Recht. Auch Kepler glaute den Merkur mit bloßen Augen in der Sonne wahrgenommen zu haben; er ſahe aber hernach bald ein, daß es nur ein Sonnenfleck hatte ſeyn können; es finden ſich in ihr bisweilen ſo große Flecken, die gar wohl ohne Fernglas können geſehen werden; Galiläus verſichert, dergleichen mit bloßen Augen geſehen, und andern gewieſen zu haben, und wir werden davon Beyſpiele anführen (936. 941). Was aber den Merkur betrifft, der nur 12″ im Durchmeſſer hat, ſo iſt es unmöglich, daß er jemals mit bloßen Augen in der Sonne ſollte geſehen worden ſeyn; was auf dieſe Art geſchehen konnte, war 1761, da man die Venus in der Sonne ſahe, die 58″ im Durchmeſſer hatte. Es iſt daher

nicht zu verwundern, daß, vor der Erfindung der Fernröhre, niemals Merkur, auch ſelbſt die Venus nicht, in der Sonne geſehen worden.

727. Dieſe Durchgänge ereignen ſich nur, wenn Venus und Merkur, in ihrer untern Conjunction, eine Breite haben, die nicht größer als der Halbmeſſer der Sonne iſt, wenn nämlich die Conjunction, ſehr nahe bey dem Knoten geſchiehet, aufs höchſte für die Venus in der Entfernung von 1°¾.

728. Es ſind aber dieſe Durchgänge wichtige Begebenheiten; ſie reichen ein Mittel dar, den Ort des Knoten N des Merkurs, oder der Venus (Fig. 91.) genau zu beſtimmen, wenn man die Lage OR der Planetenbahn beobachtet hat; ſie geben die heliocentriſche Länge, unabhängig von der Parallaxe der Erdbahn an, weil die Conjunction des Planeten mit der Sonne S zeigt, daß der Planet aus der Sonne geſehen, mit der Erde einerley Länge hat; die Durchgänge der Venus aber, haben vornehmlich dieſen beſondern Vortheil, daß ſie die genaue Erkenntniß der Parallaxe der Sonne geben können (735), von welcher die Weiten aller Planeten unter ſich, und in Anſehung unſrer abhangen (585); dadurch ſind ſie ſo merkwürdig geworden, und deswegen ſind ſo viele Abhandlungen geſchrieben, und ſo viele Reiſen unternommen worden.

729. Bey den Durchgängen der Venus kommen drey Dinge in Betrachtung, die dieſer Art von Beobachtungen Vortheil und Vorzug beylegen; 1) die große Genauigkeit, mit welcher die Berührung beyder Gegenſtände, von welchen einer dunkel iſt, und auf dem ſtehet, der leuchtend iſt, beobachtet werden können;

nen; nur dieſer einzige Fall, kömmt in der Sternkunſt vor, wo man den Winkel von einem Abſtande, bis auf ein Zehntheil einer Secunde beobachten kann; 2) die bekannte Verhältniß der Parallaxe der Venus gegen die Sonne, mit den Parallaxen aller andrer Planeten; 3) die Größe dieſer Parallaxe, die mehr als eine Viertheilſtunde Unterſchied zwiſchen den Beobachtungen giebt, und die mehr als doppelt iſt, von der Sonnenparallaxe.

730. Kepler war der erſte, der 1627, nach dem er aus den Beobachtungen des Tycho, ſeine Rudolphiniſchen Tafeln verfertiget hatte, die Zeiten zu beſtimmen wagte, wenn Venus und Merkur vor der Sonne vorbey gehen würden; er kündigte ſogar einen Durchgang des Merkurs auf 1631 an, und zween Durchgänge der Venus, einen auf 1631, und den andern auf 1761, in einer Nachricht, an die Aſtronomen, die in Leipzig 1629 herauskam: Kepler hatte ſeinen Tafeln keinen ſo großen Grad der Vollkommenheit geben können, um dieſe Erſcheinungen auf eine genaue und untrügliche Art voraus zu ſagen, die mit Beſtimmungen ſehr kleiner Größen verwickelt ſind; der Durchgang, den er auf 1631 anzeigte, traf nicht ein; und Gaſſendi, der in Paris hierauf alle Aufmerkſamkeit gerichtet hatte, hat ihn nicht wahrgenommen; es war aber auch 1639 ein Durchgang der Venus, den Kepler nicht angezeigt hatte, der aber in England beobachtet wurde. Einige Tage vor dem Durchgange der Venus, der auf 1631 angekündiget war, ſturb Kepler; der Durchgang des Merkurs aber, wurde ſo beobachtet, wie er ihn voraus angezeigt hatte.

731. Wir wollen anfänglich unterſuchen, warum die Durchgänge des Merkurs, und vornehmlich der Venus durch die Sonne, ſich ſo ſelten ereignen; Venus gelangt allezeit am Ende eines Jahres und 219 Tagen (454) wiederum zu ihrer untern Conjunction; es läßt ſich alſo vermuthen, daß Venus bey jeder Conjunction, vor der Sonne erſcheinen ſollte, indem ſie zwiſchen der Sonne und uns ſteht; es iſt aber mit dieſen Bedeckungen, wie mit den Mondfinſterniſſen (600), denn es iſt nicht genug, daß Venus mit der Sonne in Conjunction kommt, es muß dieſe gegen ihren Knoten geſchehen, und ihre von der Erde geſehene Breite, muß den Halbmeſſer der Sonne nicht überſchreiten, nämlich ohngefähr 16′. Es ſey S der Mittelpunkt der Sonne (Fig. 91.), SN die Ekliptik, ORN die Bahn der Venus; in dem Augenblicke, da ſie ſenkrecht gegen den Punkt S der Ekliptik, wo die Sonne ſteht, gerichtet iſt, iſt SV die geocentriſche Breite der Venus; wenn nun dieſe Breite kleiner, als der Halbmeſſer SA der Sonne iſt, ſo iſt offenbar, daß Venus auf der Sonnenſcheibe OAR erſcheinen muß; gleiche Bewandniß hat es mit dem Merkur.

732. Wenn man den mittlern ſynodiſchen Umlauf des Merkurs, oder die Wiederkunft ſeiner Conjunctionen zur Sonne, kennt, welcher 115 Tage 21 St. 3′ 23″,3 (454) beträgt, ſo kann man für jeden Zeitraum alle untere Conjunctionen des Merkurs mit der Sonne finden; man erwählt aber diejenigen, welche ſich ereignen, wenn die Sonne nahe bey dem Knoten des Merkurs ſteht, nämlich, gegen den Anfang des Mayes und Novembers, und wenn dieſe mit mehr Sorgfalt, wie die Conjunctionen des Mondes berechnet werden, ſo ſieht man gar bald, ob die geocentri-

ſche

ſche Breite, in dem Zeitpunkte der wahren Conjunction, nicht den Halbmeſſer der Sonne überſteigt, und ob Merkur vor der Sonnenſcheibe erſcheinen kann. Solchergeſtalt berechnete Halley 1691 verſchiedene Durchgänge des Merkurs durch die Sonne, welche in den philoſophiſchen Tranſactionen bekannt gemacht worden. Man findet da die Rechnungen, die Halley für 29 Durchgänge ſowohl für das vergangene als gegenwärtige Jahrhundert, gemacht hat. Er gebrauchte hierbey Perioden von 6, von 7, von 13, von 46 und von 265 Jahren, die ſehr oft die Durchgänge des Merkurs durch die Sonne zu einerley Knoten bringen, und hinreichend ſind, die Jahre anzuzeigen, wo dergleichen vorfallen kann. Eben dieſes hat auch Halley bey den Durchgängen der Venus gethan; er fand da Perioden von 8 Jahren, von 235 und von 243, welche die Durchgänge der Venus durch die Sonne wiederbringen, und ſo berechnete er 17 Durchgänge der Venus vom Jahre 918 bis zum Jahre 2119.

733. Die erſte Beobachtung, die von einer ſolchen Erſcheinung gemacht worden, iſt der am 7ten November 1631 des Morgens, von Gaſſendi in Paris beobachtete Durchgang des Merkurs. Seit dieſer Zeit, ſind 12 andre beobachtet worden, den vom 9ten November 1769 hierzu mit gerechnet, welcher in Amerika und in Indien wahrgenommen worden; wir erwarten andre für 1776, 1782, 1786, 1789, 1799 ꝛc.

734. Venus wurde vor der Sonne ſtehend beobachtet im Jahr 1639, dergleichen iſt vornehmlich 1761, und 1769 geſchehen, ſie wird wieder durchgehen 1874, 1882, 2004, 2012, 2117, 2125, ꝛc.; der im Jahr 1769 beobachtete Durchgang der Venus, iſt eine der allerwichtigſten Beobachtungen, die die Sternkündi-

ger jemals angeſtellt haben, weil uns dieſelbe zu der Erkenntniß der wahren Parallaxe der Sonne gebracht hat; Halley war es, der dieſe wichtige Anmerkung 1677 machte; wenn die Parallaxe, die alle Geſtirne erniedriget, Venus längſt der Linie BC, anſtatt der Bahn OR erſcheinend macht, ſo wird ſie in der Sonne eine kürzere Sehne beſchreiben, und die beobachtete Dauer kann uns zu Beurtheilung der Parallaxe der Venus dienen. Wir erwarteten demnach auch, mit Verlangen die Durchgänge der Venus, die auf die Jahre 1761 und 1769 angekündiget waren: die mehreſten Potentaten und Akademien von Europa, haben ſich beſtrebt, Reiſen in entfernte Länder zu veranſtalten, damit die Wirkung der Parallaxe deſto beträchtlicher ausfallen ſollte, und dieſe Reiſen ſind mit glücklichem Erfolg vollbracht worden, beſonders 1769, ſo, daß faſt nichts weiter verlangt werden kann.

Die Königliche Akademie zu London, ſendete, durch Unterſtützung des Königs von England, Beobachter nach dem Fort Prinz Wallis an der Hudſonsbay, und nach der Inſel Taiti in der Mitte des Südmeeres; der Abt Chappe verfügte ſich nach Kalifornien; der P. Hell nach Wardhus, das am nordlichſten Ende von Lappland liegt. Herr Planman hatte ſich nach Kajaneburg in Finnland begeben: und dieſe fünf Beobachter, die ihren Zweck vollkommen erreicht haben, geben uns die Nachricht, daß die Parallaxe der Sonne von 8″5 oder 8″6, das iſt, acht Secunden, ſechs Zehntheil ſey.

735. Zu Erreichung dieſer Erkenntniß, darf man nur den Anfang und das Ende eines Durchganges der Venus berechnen, indem man dabey die Parallaxe nach einer Methode anwendet, die mit der ähnlich iſt,

welche

welche wir oben bey Gelegenheit der Sonnenfinſterniſſe (710) erkläret haben. Es findet ſich dadurch, daß die Dauer des Durchganges 1769, vom Mittelpunkte der Erde geſehen, zwiſchen den beyden innern Berührungen von 5 St. 41′ 56″ ſeyn muß, nämlich zwiſchen dem Augenblicke, da der Rand der Venus ſich völlig in der Sonne befindet, und den erſten Zeitpunkt, da ſie anfängt, wiederum heraus zu treten; wenn man aber eine Parallaxe von 8″ 5 für die Sonne hierzu anwendet, und eben dieſe Erſcheinungen für Wardhus berechnet, welches für dieſen Tag 21″ $\frac{52}{1000}$ zum Ueberſchuß der Parallaxe der Venus über die Sonnenparallaxe giebt, ſo findet man, daß die Dauer des Durchganges daſelbſt um 10′ 52″ der Zeit, größer ſeyn müſſe. Im Gegentheile müſſe ſie auf der Inſel Taiti um 11′ 43″ kleiner ſeyn. Daraus folgt, daß wenn man wirklich in Taiti die Dauer um 22′ 35″ kleiner, als zu Wardhus beobachtet hat, die Parallaxe der Sonne wirklich von 8″ 5 ſeyn muß; es hat aber der P. Hell dieſe Dauer von 5 St. 53′ 14″ beobachtet, und die Herrn Green, Cook, und Solander haben ſie in Taiti von 5 St. 30′ 4″ beobachtet, alſo 23′ 10″ kürzer, als die erſte: dieſe Größe hat wirklich einen Unterſchied von 35″, aber bey einem völligen Unterſchiede von 23′ 10″ macht dieſes nicht $\frac{1}{30}$ Verſchiedenheit; nachdem ich übrigens, alle andere Beobachtungen gleichermaaßen verglichen habe, ſo habe ich befunden, daß ſie ſich genugſam mit der Parallaxe von 8″ 6 vereinigten, um zu beweiſen, daß im Ganzen von dieſer Beſtimmung nicht ein Sechzigtheil Ungewißheit verbleibt. Alle dieſe Beobachtungen, Rechnungen, Methode, und Ausſprüche können in meinem Mémoire ſur le paſſage de Venus nachgeſehen werden, das 1772 beſonders gedruckt iſt (à Paris, chez

Lattré, Graveur, rue S. Jacques); dieſe Schrift, die jedermann zum Unterricht brauchen kann, wird mich entſchuldigen, wenn ich hier eine weitläuftigere Entwickelung zu vermeiden ſuche. Bey eben dieſem Kupferſtecher findet man eine Charte von der Weltkugel, auf welcher ich durch Kreiſe, die Wirkung der Parallaxe in allen Ländern des Erdbodens vorſtellig gemacht habe, nebſt einer Erklärung, die alle Standorte anzeigt, welche die vorzüglichſten zu dieſer Beobachtung ſind, damit der Ausſpruch deſto überzeugender ſey: ich habe das Vergnügen gehabt, daß alle meine Anzeigungen ſind befolget, und die Hoffnung, die ich mir davon gemacht hatte, durch den Erfolg iſt beſtätiget worden.

736. Die Art, die Durchgänge des Merkurs und der Venus zu beobachten, beſtehet darinnen, daß man mit einem Quadranten, oder einem aſtronomiſchen Netze den Unterſchied der geraden Aufſteigung und der Abweichung beſtimmt, um daraus den Unterſchied der Länge (946) zu ſchließen, nebſt der Zeit der Conjunction. Dieſe Durchgänge des Merkurs und der Venus dienen auch, den Ort des Knoten mit ſehr großer Genauigkeit zu finden, wenn man den Unterſchied der geraden Aufſteigung und der Abweichung zwiſchen der Sonne und der Venus (535. 946) beobachtet hat. Man ſchließt daraus den Abſtand SM, in welchem Venus, in der Mitte ihres Durchganges vom Mittelpunkte der Sonne entfernt geweſen, und ihre geocentriſche Breite SV, die durch Reduction auf die Sonne gebracht wird; indem man alsdenn von dem Dreyecke SNV die Neigung N ihrer Bahn, und die Seite NV kennt, ſo ſchließt man daraus die Weite SN zwiſchen der Sonne und dem Knoten des Planeten.

Sech=

Sechſtes Buch.

Von der Strahlenbrechung.

737.

Die Dunſtkugel (Atmoſphäre *) oder die Menge der Lufttheile, welche die Erde umgeben, ſchwächen das Licht, zerſtreuen es, zertheilen es, und ändern deſſelben Richtung. Durch eine groſʒe Anzahl Erfahrungen, die in allen optiſchen Büchern zu finden ſind, iſt bewieſen worden, daß die Lichtſtrahlen, welche aus einer dünnern Materie in eine dichtere ſchief eindringen, aus ihrem vorigen Wege gebracht werden, und ſich dem Perpendikel nähern, als ob ſie durch die dichtere Materie ſtärker angezogen würden; dieſe Aenderung des Weges der Lichtſtrahlen, iſt nach der ſchiefen Richtung derſelben, verſchieden, und die Tafeln, welche die Wirkung derſelben vorſtellen, werden Refractions- oder Anaklaſtiſche Tafeln genennt **).

Es ſey ABD die Oberfläche der Erde (Fig. 92.); EKG die äußere Oberfläche der Dunſtkugel, welche die Erde umgiebt, deren Dichtigkeit bis auf etliche Meilen hoch merklich iſt; A der Ort des Beobachters, und MK ein Lichtſtrahl, der ſchief in die Atmoſphäre in K eindringt; dieſer in der Luft gebogene und gekrümmte Lichtſtrahl, gelangt zum Punkte A, ſo, als

*) Ἄτμος, Vapor; Σφαίρα, globus.

**) Dieſes Wort kommt von Κλάω, frango.

als ob er der geraden Linie NKA gefolgt wäre; das Auge erhält den Eindruck des Lichtes nach der Richtung NKA des Strahles, der zum Auge in A kömmt; der Beobachter vergleicht das Geſtirn auf den Strahl AKN, der wirklich doch in M iſt, ſo, daß die Strahlenbrechung das Geſtirn um die Größe des Winkels NKM höher erſcheinen läßt; wir nennen dieſe **die aſtronomiſche Strahlenbrechung.**

738. Weil der Strahl CKR ſenkrecht auf die brechende Fläche in K ſteht, ſo nennt man den Winkel MKR den **Einfallswinkel** (Angulus incidentiae), welchen der einfallende Strahl mit dem Perpendikel macht, ehe noch die Brechung geſchiehet, und den Winkel NKR, oder den ihm gleichen AKC, welchen dieſer Strahl mit eben dem Perpendikel macht, nach der Brechung, nennt man den **Brechungswinkel** (Angulus refractionis); die Sinuſſe dieſer beyden Winkel haben eine beſtändige Verhältniß unter ſich, die man die **Verhältniß der Refraction** nennt, ſie wird hier von **Newton** angenommen, daß ſie wie 3201 zu 3200 iſt; es findet auch gar keine Brechung ſtatt, wenn der Lichtſtrahl ſenkrecht auf die brechende Fläche geht, denn wenn einer von den Winkeln null iſt, ſo verſchwindet der andre nothwendig; außerdem ändert auch der auf eine dichtere Fläche fallende Strahl, ſeine Richtung nicht, ſo, daß er mehr angezogen werden könnte, weil er in ſeiner Richtung ſo gerade als möglich iſt, fortgeht, und den kürzeſten Weg nimmt. Hieraus folgt, daß die Brechung allezeit in einer ſenkrecht ſtehenden Ebene geſchiehet; denn der gebrochene Strahl hat kein andres Beſtreben, als ſich der Scheitellinie oder dem Zenith zu nähern, und wird ſich dahero

hero weder zur rechten noch zur linken von dieſer Linie ablenken, der gebrochene Strahl wird alſo in derſelbigen Ebene ſeyn, in welcher der gerade einfallende Strahl und die Linie vom Zenith liegen; folglich werden der wahre und ſcheinbare Ort in einerley Scheitelkreiſe ſeyn.

739. Die Geſetze, Eigenſchaften und Wirkungen der Strahlenbrechung, und des Lichtes finden ſich in verſchiedenen Werken die von der Optik herausgekommen vornehmlich in dem, das den Titul führt: A compleat Syſtem of Optiks by Robert *Smith*, Cambridge 1738. 2 vol. in 4. Es ſind davon zwo franzöſiſche Ausgaben zu Avignon und Breſt, durch den P. Pezenas und Hr. le Roy veranſtaltet worden.

Die Alten kannten die Erſcheinung der Brechung der Lichtſtrahlen überhaupt, ſehr wohl: Ariſtoteles ſpricht in einer von ſeinen Aufgaben, von der ſcheinbaren Krümmung eines Ruders im Waſſer, und vom Archimedes ſagt man, daß er ein Buch, von der Geſtalt eines unter Waſſer geſehenen Kreiſes geſchrieben habe; man glaubte damals, daß die Brechungswinkel, den Einfallswinkeln proportional wären: Snellius aber und Descartes haben gezeigt, daß die Proportion nur zwiſchen den Sinuſſen dieſer Winkel ſtatt finde.

Die aſtronomiſche Strahlenbrechung ſelbſt, war dem Ptolomäus nicht unbekannt, ob er gleich in ſeinen Rechnungen keinen Gebrauch davon gemacht; er ſagt am Ende des 8ten Buches des Almageſtums, daß es eine Verſchiedenheit im Aufgange und Untergange der Geſtirne gebe, die von den Veränderungen der Dunſtkugel herrühre: er that davon auf eine viel umſtändlichere Art Meldung, in ſeiner Optik, ein Werk

daß

daß nicht auf unſre Zeiten gekommen iſt, (Montucla Hiſtoire des Mathématiques I. 308.) Alhazen ein Arabiſcher Optiker des zehnten Jahrhunderts, von welchem man überhaupt muthmaßet, daß er ſeine ganze Optik aus dem Prolomäus entlehnet habe, ſpricht davon ganz beſtimmt und ſehr umſtändlich; er zeigt ſogar die Art an, wie man ſich davon durch die Erfahrung verſichern könne.

Nehmt, ſagt er, ein Werkzeug das aus Kreiſen oder Ringen zuſammengeſetzt iſt, die ſich um Pole drehen; meſſet den Abſtand eines Sternes vom Weltpol, wenn er nahe am Zenith durch den Mittagskreis gehet; und wenn er im Horizonte aufgehet, ſo werdet ihr den Abſtand vom Pol im letztern Falle kleiner finden; Alhazen beweiſet hierauf, daß dieſes aus der Wirkung der Strahlenbrechung erfolgen müſſe; er ſagt, in der That; nicht, wie viel die Größe beträgt, die den Beobachtungen zu folge, daraus entſpringet; dieſe Stelle des Alhazens aber zeigt deutlich, nach welcher Art, die Wirkung der Strahlenbrechung beobachtet wurde, und wie man anfänglich zu ihrer Erkenntniß gelangte. Wenn die Alten, gleichermaßen mit dieſen Ringen die Nachtgleichen beobachteten, ſo konnten ſie ſelbige in einem Tage durch die Wirkung der Strahlenbrechung zweymal wahrnehmen, (Flamſteed Prolegom. pag. 21). Dieſe Wirkung ließ ſich auch leicht erkennen, durch die um den Pol ſtehenden Fixſterne; denn wenn man zween Sterne beobachtet, als γ der Andromeda und den Polarſtern. die von einander 47° entfernt ſind, ſo wird man ihre Entfernung um einen halben Grad größer finden, wenn der erſte nahe beym Zenith durch den Mittagskreis geht, als wenn derſelbe unter dem Pol nahe am Horizonte durchgehet; und alle Weiten der

Sterne

Sterne von einander, werden ſich ſolchergeſtalt mehr oder weniger ändern.

Snellius, machte bey Bekanntmachung der Beobachtungen des Walthers, die Anmerkung, daß dieſe Beobachtungen ſo genau wären, daß Walther den Zuwachs der Höhe, welchen die Strahlenbrechung macht, aus ihnen erkannt habe; Tycho aber war der erſte, der ſie auf ſolche Art beſtimmte, daß daraus Tafeln verfertiget werden konnten: die Art wie er ſelbſt dieſe aſtronomiſche Entdeckung erzählet (Progymnaſmata, pag. 15) folget hiernächſt.

740. Er hatte mit einem oder zwey ſehr gut verfertigten Werkzeugen, die Polhöhe durch die obern und untern Höhen des Polarſternes (33) beſtimmt, eben dieſes that er auch durch die Sonnenhöhen in den zween Sonnenſtandspunkten (70), und fand die zwote um 4′ kleiner; er ſetzte anfänglich in die Güte ſeiner Werkzeuge ein Mißtrauen, und ließ ſich bis auf zehn andre, von verſchiedenen Größen und verſchiedenen Geſtalten verfertigen, die mit mehr Sorgfalt gearbeitet waren, und fand immer eben denſelben Erfolg; nunmehro konnte er dieſen Unterſchied nicht dem Fehler in den Beobachtungen beymeſſen; und dachte ernſtlich darauf, eine Urſache dieſer Erſcheinung zu entdecken, endlich fiel er auf die Vorſtellung, daß es von einer beträchtlichen Strahlenbrechung herkäme, welche die Sonne im Winterpunkte erlitte, weil ſie für ihn nur 11° erhoben war. Dieſe Erklärung ſtimmte mit den Beweiſen der Optik überein, unterdeſſen koſtete es ihm doch Mühe, ſich zu überreden, daß dieſe Strahlenbrechung einen ſo großen Irrthum zu veranlaßen, beträchtlich genug ſeyn ſollte; er hielt dafür daß wenigſtens 9′

Strah-

Strahlenbrechung *) in der Höhe von 11° ſeyn müßten; daher ließ er ſich noch Reifen von zehn Fußen im Durchmeſſer machen, deren Axe ganz genau mit dem Weltpol übereinſtimmte, und mit welchen er die Abweichung der Geſtirne außerhalb des Mittagskreiſes abmaß, er erkannte alsdenn, daß die Strahlenbrechung, ſo gar im Sommer, ob ſie gleich bey der Mittagshöhe der Sonne unmerklich war, doch nahe am Horizont merklich wurde, und daß die Wirkung auf einen halben Grad ſtieg.

Tycho-Brahe glaubte daß die Strahlenbrechung bey der Sonne in der Höhe von 45° null werde, bey den Sternen aber in 20° Höhe; ob ſie gleich in dieſer Höhe 2′½ war; dieſer Irrthum erhielt ſich lange Zeit: der P. Riccioli nahm noch, ſo gar im Jahr 1665 an, daß die Strahlenbrechungen über der Höhe von 26° oder in dieſer Gegend nicht ſtatt fänden; ob ſie gleich noch von zwo Minuten waren.

741. Caſſini aber unternahm um das Jahr 1660, eine neue Tafel der Strahlenbrechungen zu machen, zugleich auch neue Sonnentafeln, welche die Beobachtungen mit einer Genauigkeit vorſtellten, die viel ſchärfer war, als man ſie vor ſeiner Zeit gehabt hatte. Um aber die Richtigkeit ſeiner neuen Tafel der Refraction zu prüfen, wünſchte er Beobachtungen der Sonne zu haben die im Zenith gemacht worden, wo jedermann eingeſtund, daß keine Strahlenbrechung ſtatt finden könnte; dadurch konnte er beſtätigen, ob die Beobachtun-

*) Es ſind wirklich nur 4¾, Tycho aber vergrößerte hierbey die Wirkung durch die Parallaxe der Sonne, die er von 2′ 5″ in dieſer Höhe annahm, da ſie nur 8″ ſeyn konnte.

tungen die daſelbſt angeſtellet worden, durch ſeine neuen Sonnentafeln nicht ſollten weit beſſer vorgeſtellt worden ſeyn, als durch die Tychoniſchen; weil alsdenn kein Zweifel mehr übrig ſeyn konnte, daß die Tafeln der Sonne und der Strahlenbrechung, denen vom Tycho vorzuziehen wären, wenn ſie die Beobachtungen ſo wohl in den Fällen wo Strahlenbrechung war, als in denen wo keine war, beſſer vorſtelleten.

Ludwig XIV, und der große Colbert, deren Eifer für den Ruhm der Wiſſenſchaften ſich ſchon ſo viel mal hervorgethan hatte, überließen der Akademie die Wahl dieſer Unternehmungen: ſie urtheilte daß zu dergleichen Beobachtungen kein bequemerer Ort ſey, als die Inſel Cayenne, die 5° vom Aequator liegt, und wohin Frankreich vielmals im Jahre Schiffe abgehen ließ. Die Mittagshöhen der Sonne, mußten zu aller Zeit, von der Strahlenbrechung frey ſeyn, wenn dieſe Refraction über dem 45ſten Grad null war; denn die kleinſte Sonnenhöhe iſt daſelbſt von 61°, man mußte dahero die Schiefe der Ekliptik, ohne einige Verringerung der Strahlenbrechungen, aber im Gegentheil, durch die Wirkung der Sonnenparallaxe in den beyden Sonnenſtillſtänden vermehrt finden; dahero mußte nach den tychoniſchen Hypotheſen, die Weite der beyden Wendekreiſe in Cayenne mehr als 47° 3′ betragen, nach dem Caſſini aber, der die Parallaxe verringerte, und Strahlenbrechung auch bey großen Höhen annahm, konnte dieſe Weite in Cayenne nicht größer als von 46° 58′ erſcheinen; es fand ſich demnach zwiſchen dieſen Hypotheſen, ein Unterſchied von 5′, der in Cayenne genau beobachtet werden, und auf einmal dieſe drey Gegenſtände entſcheiden konnte, nämlich die Parallaxe, die Strahlenbrechung

und die Schiefe der Ekliptik. Dieſe einzigen Bewegungsgründe waren mehr als zureichend eine Reiſe nach Cayenne zu veranſtalten. Es waren auch noch andre wichtige Gegenſtände zu beſtätigen, als die Länge des Pendels, die Parallaxe des Mondes, des Mars und der Sonne, die Theorie des Merkurs, die geographiſchen Längen, die Stellung der ſüdlichen Fixſterne, die Ebbe und Fluth, die Veränderungen des Barometers; dieſes waren die durch Wißbegierde erzeugten Bewegunsgründe zu der Reiſe welche Richer unternahm. Er reiſete im October 1671 von Paris ab, und blieb in Cayenne vom 22ſten April 1672 bis zu Ende des Mayes 1673; ſeine Beobachtungen wurden 1679 herausgegeben, und ſind auch in der Sammlung von Beobachtungen, welche die Akademie 1693 bekannt machte, enthalten.

Die Sachen erfolgten in Cayenne ohngefähr ſo, wie ſie Caſſini vorausgeſehen hatte; die ſcheinbare Schiefe der Ekliptik erſchien da von 23° 28′, 32″, nämlich viel kleiner als ſie nach Tycho-Brahe ſeyn ſollte; ſie war nur 5″ verſchieden, von der, die da ſeyn mußte, wenn man Caſſini Tafeln für die Strahlenbrechung und die Sonnenparallaxe annahm; aus den Beobachtungen in Cayenne, konnte er keine andern Folgen ziehen, außer daß die Elemente (509) durch welche er die in Europa gemachten Beobachtungen vorgeſtellet hatte, mit gleicher Genauigkeit auch die in Amerika gemachten Beobachtungen darſtellten; welches die Elemente deren ſich Tycho-Brahe in Anſehung der Schiefe der Ekliptik, der Sonnenparallaxe, und der aſtronomiſchen Refractionen bedient hatte, nicht leiſten konnten.

Me-

Methoden, die Größe der aſtronomiſchen Strahlenbrechungen zu beobachten.

742. Nachdem wir einen Abriß von der Geſchichte der Strahlenbrechung gemacht, wollen wir die Methoden in Betrachtung nehmen, die nach und nach zu Beobachtung derſelben angewandt worden. Die Art durch die Abweichungen, iſt bereits gezeiget worden (740): hier folget die, durch die Höhen. Weil die Strahlenbrechung der Unterſchied, zwiſchen der ſcheinbaren Höhe, und wahren Höhe iſt, ſo kömmt es darauf an, dieſe für den Augenblick berechnen zu können, da die erſte iſt beobachtet worden.

Als der Gebrauch der Uhren noch unbekannt war, wandte man zu Auflöſung des Dreyecks PZS (fig. 31.), und zu Findung der wahren Höhe, das Azimuth, oder den Winkel Z an; der Winkel Z oder PZS hangt nicht von der Strahlenbrechung ab, und wird durch ſie nicht geändert, weil der wahre Ort, und der ſcheinbare Ort in einem und eben demſelben Scheitelkreiſe ZS (739) ſind, und folglich in eben dem Grade des Azimuths; dahero kennt man in dem Dreyeck PZS, für den gegebenen Zeitpunkt, die Seiten PZ und PS nebſt dem Winkel Z der einer von ihnen entgegen ſteht; und findet durch die ſphäriſche Trigonometrie, die dritte Seite ZS, deren Ergänzung die wahre Höhe giebt, welche mit der ſcheinbaren Höhe verglichen, die zugleich mit dem Azimuth beobachtet worden, die Größe der Strahlenbrechung giebt. (Tycho Progymnaſm. pag. 93). Dieſe Methode der Azimuthe wird jetzo nicht mehr gebraucht.

743. Die übereinſtimmenden Höhen der Sonne, oder eines Sternes, ſind das geſchickteſte Mittel, die Größe der Strahlenbrechung bekannt zu machen, wenn

ſie mit einem großen Quadranten und einer ſehr richtigen Penduluhr genommen worden. Ich will zum Beyſpiel annehmen, daß die Sonnenhöhe bey ſechs Stunden Abſtande vom Mittagskreiſe, des Morgens und Abends beobachtet, und genau von 9° befunden worden, und daß ſie der Rechnung (368) zu folge, wirklich nur von 8° 54′ ſeyn ſolle; ſo wird man alsbald erkennen, daß bey der ſcheinbaren Höhe von 9°, ſich 6′ Strahlenbrechung finden, und daß die Sonne um 6′ mehr erhöht ſcheint.

In dem Dreyeck PZS (fig. 31.) das am Pol, am Zenith, und an der Sonne gemacht wird, nimmt man die Weiten PZ vom Pol zum Zenith, und PS von der Sonne zum nordlichen Weltpol, von den Strahlenbrechungen unabhängig als bekannt an; der Fehler aber, der daraus für große Strahlenbrechungen erfolgen kann, iſt ſehr geringe; man kennt auch, durch Beobachtung der übereinſtimmenden Höhen, um welche Zeit es iſt, nebſt dem Stundenwinkel ZPS: demnach findet man durch Auflöſung des Dreyecks PZS, den Abſtand vom Zenith oder ZS; dieſer iſt die Ergänzung der wahren Höhe, weil die beyden Seiten PZ und PS, desgleichen der Winkel P, wahre Größen ſind, und von den Strahlenbrechungen unabhängig gegeben ſind. Dieſe durch die Rechnung gefundene wahre Höhe, iſt allezeit kleiner, als die durch den Quadranten beobachtete ſcheinbare Höhe, und der Unterſchied, iſt die Größe der Refraction, die der beobachteten Höhe zukommt. Dieſe Methode wurde ehemals von Picard angewandt, und iſt auch 1751. von de la Caille gebraucht worden; vermittelſt derſelben iſt die Horizontalrefraction, oder die größte von allen aſtronomiſchen Strahlenbrechungen, ohngefähr von 32 Minuten und einer halben befunden worden.

744. De

744. De la Caille hatte auch, vor ſeiner Reiſe nach Afrika, die Strahlenbrechungen vermittelſt der Stundenwinkel, der übereinſtimmenden Sonnenhöhen, und der glänzenſten Fixſterne zu beſtimmen angefangen; er iſt der erſte der den Vortheil gehabt hat, dieſe Methode auf eine von den Hypotheſen nicht abhangende Art anzuwenden; denn nach ſeiner Zurückkunft vom Vorgebürge der guten Hoffnung hatte er, weil ihm die Abweichungen der nahe am Zenith des Caps beobachteten Sterne, unabhängig von den Strahlenbrechungen bekannt geworden, die Seite PS mit der äußerſten Genauigkeit; er hat dahero nach ſeiner Zurückkunft die mehreſten von dieſen übereinſtimmenden Sonnenhöhen berechnet; und dieſe haben ihm gedient, eine Tafel der Strahlenbrechungen zu verfertigen, die genauer und zuverläßiger iſt, als man ſie bishero gehabt hat.

745. Es iſt ein Mittel vorhanden, die Strahlenbrechung in gewiſſen Höhen zu finden, ohne den Winkel P als bekannt vorauszuſetzen; es beſtehet darinnen, daß man einen Stern beobachtet, der durch den Mittagskreis, und durch den Punkt des Zeniths ſelbſt, oder ſehr nahe dabey gehet, und der hernach unter dem Pol durch den Mittagskreis gehet. Weil die Strahlenbrechung im Zenith null iſt, ſo erhält man den wahren Abſtand des Sternes vom Pol; wenn aber der Stern, ohngefähr 12 Stunden darnach unter dem Pol, und ſehr nahe am Horizonte durch den Mittagskreis gehen wird, ſo wird man ſeinen Abſtand vom Pol viel geringer finden, weil er durch die Strahlenbrechung verkürzt iſt, die den Stern erhob, und ſo wird ſich die Größe der Strahlenbrechung für dieſe Höhe finden.

Exempel. Der helle Stern im Perſeus, gieng vor einigen Jahren, ſechs Minuten vom Pariſer Zenith durch; man wußte alſo gewiß, daß ſein Abſtand vom Pol 41° 4′ war, folglich mußte er durch den Mittagskreis unter dem Pol mit 41° 4′ Abſtand vom Pol, gehen, oder mit 7° 46′ wahrer Höhe. Unterdeſſen beobachtete man ihn von 7° 52′ 25″; man war alſo verſichert, daß die Strahlenbrechung dieſen Stern um 6′ 25″ erhob, in der ſcheinbaren Höhe von 7° 52′½.

746. Als de la Caille auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung war, fand er auch eine ſinnreiche Methode die Strahlenbrechungen zu beſtimmen, indem er die Beobachtungen der Sterne, die ſehr nahe an ſeinem Zenith waren, da dieſelben unterdeſſen faſt am Horizonte in Paris ſtunden, mit denen verglich, die an unſerm Zenith waren, indem er ſie am Horizonte ſahe.

747. Nachdem ſolchergeſtalt die Strahlenbrechungen in verſchiedenen Graden der Höhen beobachtet worden waren, mußte man leichtlich erkennen, daß ſie vom Zenith bis auf mehr als 80° Abſtand, der Verhältniß der Tangenten der Entfernungen vom Zenith folgten; Bradley aber war es, der gegen das Jahr 1760 dieſe Regel entwickelte, indem ihm Simpſons Unterſuchungen, des gekrümmten Weges der Lichtſtrahlen zur Anleitung dienten; er zeigte, daß wenn man jeden Abſtand vom Zenith, um 3 mal die Refraction verringerte, die Tangente des Reſtes ſich ganz genau wie die Refraction ſelbſt verhielt: dieſem Geſetze zu folge, verfertigte Bradley eine Tafel für die Strahlenbrechungen, die wenig von denen des de la Caille abweichen; ſie ſind um 14″ kleiner bey 6° Höhe; um 26″ bey 20° und um 11″ bey 40°.

748. Bou-

748. Bouguer beobachtete in Peru im Jahr 1740, daß die Horizontalrefraction 27′ war, anſtatt daß wir ſie in Europa von $32'\frac{1}{2}$ finden; es hat aber dieſe Verringerung nur unter der heißen Zone Statt, und man findet daß in Lappland, und bis unter den Polarkreis die Strahlenbrechungen von eben der Beſchaffenheit ſind, wie in Paris. De la Caille hat ſie auch faſt eben ſo auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung befunden.

Picard erkannte aus den Mittagshöhen der Sonne 1669, daß die Strahlenbrechungen im Winter größer als im Sommer waren: er fand ſie auch des Nachts größer als am Tage. Es war hieraus ganz natürlich der Schluß zu machen, daß die Strahlenbrechungen, wenn die Luft mehr oder weniger dichte war, auch mehr oder weniger beträchtlich ſeyn mußten, und daß dieſe] Abänderungen mit denen des Barometers und Thermometers übereinſtimmen könnten. Mayer fand 1753 daß die mittlere Refraction, ſich allezeit um einen zwey und zwanzigtheil vermehrte, wenn das Barometer um 15 Linien ſtieg, oder das Thermometer um 10 Grade nach Reaumurs Abtheilung zurückgieng.

Die Dünſte, die den Horizont umgeben, und ſich durch Feuchtigkeit, Winde, und andre ſehr abwechſelnde Umſtände verändern, wirken merklich auf die Strahlenbrechungen; daher vermeiden auch die Sternkündiger ſo viel möglich, Beobachtungen ſehr nahe am Horizont anzuſtellen.

749. Die Strahlenbrechung vergrößert alle Höhen der Geſtirne, ſie verringert auch ihre Weiten gegen einander; und ſo oft man auf dem Meere den Bogen

Abſtandes zwiſchen dem Monde und einem Sterne mißt, um die Länge des Schiffes dadurch zu finden, muß nothwendig bey dieſem beobachteten Abſtande, eine Verbeſſerung angebracht werden.

Die Strahlenbrechung macht, daß die Sonne und der Mond in ovaler Geſtalt erſcheinen, da ein Durchmeſſer um 4′ 21″ kleiner als der andre iſt; ſie macht auch daß Gegenſtände auf der Erde erhöhter ſcheinen, und man iſt genöthiget dieſes bey dem Waſſerwägen das auf eine gewiſſe Weite fortgeſetzt wird, und wo man viel Genauigkeit verlangt, wohl in Betrachtung zu ziehen.

750. Wenn die Strahlen ſchief durch die Dunſtkugel gehen, ſo zerſtreuen ſie ſich, dergeſtalt daß die Dichtigkeit des Sonnenlichtes, wenn ſie am Horizont ſtehet, 1354 mal geringer iſt, als wenn ſie im Zenith ſteht, wie Bouguers Erfahrungen bezeugen, und wovon deſſen Buch nachgeſehen werden kann: Traité d'Optique ſur la gradation de la lumière.

751. **Die Dämmerung**, (Crepuſculum) oder die Abendröthe, die ſich, nachdem die Sonne untergegangen, am Horizonte zeigt, desgleichen die Morgenröthe, die uns ihren Aufgang ankündiget (108) ſind annoch Wirkungen, die der Strahlenbrechung ähnlich ſind; es iſt die Dunſtkugel welche die Sonnenſtrahlen zerſtreuet, ſo daß ein Theil bis zu unſern Augen gelangt, der ſtark genug iſt, uns zu hindern, die Geſtirne deutlich wahrzunehmen, obgleich die Sonne ſchon unter dem Horizonte iſt.

752. **Der Sehungsbogen** (Arcus viſionis ſ. emerſionis) eines Geſtirnes, iſt die Größe um welche die Sonne in einem Scheitelkreiſe, unter den Horizont vertieft

tieſt iſt, wenn man anfängt dieſes Geſtirn mit bloßen Augen zu erkennen. Man ſchätzet gemeiniglich den Sehungsbogen für die Venus von 5°, ob er gleich zu gewiſſen Zeiten völlig null iſt, da man ſie am hellen Tage ſieht; von 10° für den Merkur und Jupiter; von 11° bis 12° für den Mars, für den Saturn und die Firſterne der erſten Größe. Gleichwohl kann Sirius in den mittägigen Ländern am hellen Tage geſehen werden; Hr. de la Nux hat ihn oft auf der Inſul Bourbon geſehen. Canopus iſt dem Anſehen nach ein eben ſo großer Stern als Sirius, wenigſtens in einer ſchönen Nacht; ſein Licht aber iſt etwas weniger weiß, oder etwas mehr bleich, und man ſieht ihn auch nicht ſo leicht in der Dämmerung. Für die Sterne der dritten Größe, iſt der Sehungsbogen, nach dem Ptolomäus, von 14°: endlich von 18° für die kleinen Sterne, weil man ſie mit bloßen Augen nicht eher deutlich wahrnimmt, als wenn die Sonne 18° Tiefe unter dem Horizonte hat; dieſes nennt man die Vertiefung des Dämmerungskreiſes; die kleinſten Sterne werden alsdenn ſichtbar, folglich iſt der Sehungsbogen für die kleinen Sterne von 18°. Es läßt ſich aber bald merken, daß dieſe Größe viel Aenderung leidet: es giebt mittägige Länder wo die Luft zu gewiſſen Zeiten ſo rein iſt, daß man den Sirius am hellen Tage ſehen kann; ſelbſt in Paris erkennt man die Venus mit bloßen Augen, wenn im Sommer die Luft recht heiter iſt, und ſie weit genug von der Sonne ſteht, auch nahe genug bey der Erde iſt, damit ihr Glanz am lebhafteſten erſcheint.

753. Die Höhe der Dunſtkugel, die durch dieſe 18° angezeigt wird, iſt nach des de la Hire Rechnung ohngefähr 15 Meilen (Mémoir. Acad. 1713); aber in einer Erhöhung von eilf Meilen oder 25100 Toiſen, iſt

die Luft ſchon ſo dünne, daß das Barometer, anſtatt 27 Zolle, ſich da nur eine Linie hoch erhalten würde. Wenn man 25275 Fuß durch die Zahl der Linien dividirt, welche die Höhe des Queckſilbers im Barometer ausdrückt, ſo findet man die Höhe auf welche man ſich erheben müßte, damit das Barometer eine Linie Veränderung mache. Dieſe Anzal von Füßen ſetzt voraus, daß das Thermometer eine gemäßigte Luft von 10 Graden anzeigt. Hiervon kann das große Werk des Hr. de Luc nachgeſehen werden, Recherches ſur les modifications de l'Atmoſphère, in 2 Bänden in 4., in welchen derſelbe alles mit der Scharfſinnigkeit des geſchickteſten Naturforſchers gründlich unterſucht hat, was das Thermometer und Barometer, die Wärme der Luft, und die Strahlenbrechungen betrifft.

Sie-

Siebentes Buch.

Von den Bewegungen der Fixſterne.

754.

Bey den Fixſternen, müſſen ſechs Arten der Bewegung betrachtet werden, das Vorrücken (Praeceſſio), die Abirrung (Aberratio), das Wanken (Nutatio), die allgemeine Aenderung der Breite, die beſondern Veränderungen, die verſchiedenen Sternen eigen ſind, und die jährliche Parallaxe, die verſchiedene Aſtronomen da vermuthet haben. Von dem Vorrücken haben wir ſchon gehandelt (320), nämlich, von der jährlichen Veränderung, die ohngefähr 50″½ beträgt, und in den Längen aller Fixſterne wahrgenommen wird. Es entſpringen daraus Veränderungen in den geraden Aufſteigungen, und den Abweichungen, davon die Sternkündiger häufigen Gebrauch machen. Wenn man aber die Länge und Breite eines Geſtirnes kennt, ſo iſt es leicht, die gerade Aufſteigung und Abweichung durch die ſphäriſche Trigonometrie (318) zu finden, folglich die Veränderung des einen zu erhalten, wenn man die Veränderung des andern weiß.

755. Dieſes allgemeine Vorrücken, kömmt von dem Rückgange der Aequinoctialpunkte längſt der unbeweglichen Ekliptik her; ſie ſetzet alſo keine Veränderung in den Breiten der Fixſterne voraus; man kann ſich zu dieſer Abſicht einbilden, als ob der ganze Himmel eine kleine Bewegung um die Pole und die Axe der Ekliptik annähme, und daß alle Sterne gegen

gen Morgen, parallel mit der Ekliptik, um 50″⅕ jährlich fortgeruckt würden.

Dieſer Rückgang der Aequinoctialpunkte, kömmt, wie wir zeigen wollen, wenn wir von der Anziehung reden werden, von der zuſammengedruckten Geſtalt der Erde her, die der ſeitswärts wirkenden anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes ausgeſetzt iſt; indem dieſe beyden Geſtirne, den Erdäquator ſeitwärts anziehen, ſo verändern ſie ſeine Lage unmerklich, ſo, daß er nicht mehr auf eben dieſelben Sterne trifft; es iſt ohngefähr ſo, als ob die Sterne eine Bewegung in Anſehung des Aequators gemacht hätten, indem ſie, parallel mit der Ekliptik, fortgeruckt ſind.

756. Nach der Entdeckung der anziehenden Kraft, hat man erkannt, daß alle Planeten eine Bewegung in ihren Knoten (1062) eben ſowohl haben müſſen, als der Mond; die Beobachtung hat es auch beſtätiget (518). Daraus folgte, daß der Weg oder die Bahn jedes Planeten, durch die Anziehung der andern, geändert und verrucket werden müſſe: und daß der Bahn der Erde eben daſſelbe widerfahren müſſe.

Herr Euler machte 1748 die Anmerkung, daß die anziehende Kraft des Jupiters auf die Erde merklich seyn müſſe, und daß ſie hinreichend ſey, die Abnahme der Schiefe der Ekliptik, und die Aenderung der Breite der Fixſterne, in Anſehung der Ekliptik, wovon Tycho-Brahe ſchon geſagt, zu erklären.

757. Eratoſthenes, Hipparchus und Ptolomäus hatten die Schiefe der Ekliptik von 23° 50′ gefunden; Albategnius beobachtete ſie um das Jahr

880

880 von 23° 35′ ¾; Tycho-Brahe um 1587 von 23° 31′ 30″: wir finden ſie gegenwärtig nur von 23° 28′ 0″, ſo, daß es ſchwer iſt, eine Abnehmung der Schiefe der Ekliptik nicht einräumen zu wollen. Dieſe Abnahme muß von einer Aenderung in der Breite der Fixſterne, und einer kleinen Ungleichheit in ihren Längen begleitet ſeyn: im 16ten Buche meiner Aſtronomie habe ich dieſes umſtändlich erkläret.

758. Die allgemeinen Bewegungen, die wir erkläret haben, wirken auf alle Sterne; es giebt aber einige, die eine Ausnahme von dieſen Regeln machen, und die eine eigene Bewegung haben, eine phyſiſche Unordnung, wovon die Urſache unbekannt iſt, die man durch Beobachtung zu beſtimmen ſucht.

Halley machte die Bemerkung derſelben 1718; Arctur iſt von allen Sternen derjenige, deſſen eigene Bewegung am merklichſten iſt. Den Beobachtungen des Flamſteeds zu Folge, war die Abweichung des Arcturs zu Anfange des 1690ſten Jahres von 20° 49′ 0″, und nach den Beobachtungen des de la Caille, war ſie zu Anfange des 1750ſten Jahres von 20° 29′ 39″, der Unterſchied iſt 19′ 21″, da er doch nur von 17′ 7″,2 nach den bekannten Geſetzen des Vorrückens der Nachtgleichen, ſeyn ſollte; es ſind dahero 2′ 13″,8 mehr, für die eigne Bewegung dieſes Sternes in der Abweichung in einem Zeitraume von 60 Jahren, oder 22″,3 alle zehn Jahre.

759. Die Sterne der erſten Größe, als Sirius, Aldebaran und Rigel ſcheinen ähnliche Veränderungen erlitten zu haben, ob gleich von geringerer Beträchtlichkeit. Wir können ſie nichts anders, als der anziehenden Kraft der andern Sterne beymeſſen, oder

den

den Planeten einiger nahe ſtehenden Syſteme; die Sterne aber ſind in ſo großen Weiten von uns entfernt, daß es unmöglich fällt, etwas in dieſer Sache zu behaupten.

760. Die jährliche Parallaxe, von welcher wir die Wirkungen auf die Bewegung der Planeten gezeigt haben (441), würde auch auf die Bewegung der Sterne Einfluß haben, wenn dieſe nicht von der Erde zu weit entfernt wären. Man hat lange Zeit geglaubt, daß ſie eine jährliche Parallaxe haben müßten; ob es aber gleich gegenwärtig bewieſen iſt, daß die jährliche Parallaxe bey den Fixſternen völlig unmerklich, und als null angenommen werden muß, ſo habe ich doch für nöthig erkannt, wenigſtens einen Begriff von einer Frage zu geben, die man ſo oft, und ſo gar noch 1760 unterſucht hat.

761. Es ſey S die Sonne (Fig. 93.), AB der Durchmeſſer des großen Kreiſes, welchen die Erde jedes Jahr beſchreibt (413), A der Punkt, wo ſich die Erde den erſten Januar befindet, B der Punkt, wo ſie den erſten Julius ſteht, E ein Stern, den man in der Linie AE ſieht; weil die Linie AB in der Ebene der Ekliptik iſt, und die Erdbahn ſenkrecht auf die Fläche der Figur geſtellt, angenommen wird, ſo, daß man ſie nur nach ihrer Dicke ſieht, ſo iſt der Winkel EAB die Breite des Sternes; wenn aber die Erde in B ſeyn wird, und der Stern in Anſehung der Sonne in Oppoſition iſt, ſo wird er in der Linie BE geſehen werden, und ſeine ſcheinbare Breite wird der Winkel EBC ſeyn; dieſe Breite EBC iſt größer, als die erſte, und der Unterſchied iſt der Winkel AEB; der Winkel AES aber, der wegen der äußerſt kleiren

nen Länge von AB, ſcheinbar die Hälfte von AEB macht, iſt die jährliche Parallaxe in der Breite.

762. Wenn die Weite SE des Fixſternes zweyhundert tauſend mal größer iſt, als die Weite SA der Sonne von der Erde, ſo wird der Winkel AES von einer Secunde ſeyn, und die Breite EAS des Sterns in Conjunction wird um 2″ kleiner ſeyn, als die Breite EBC des Sternes, die in ſeiner Oppoſition beobachtet worden; indem man annimmt, daß die Breite des Sternes ohngefähr von 90° ſey. Kopernik leugnete dieſen Einwurf nicht, da er aus vielen Gründen die Bewegung der Erde bewies, (Copernic. Libr. I. Cap. 10.). Wenn die Breite der Sterne, zu allen Zeiten des Jahres, der Bewegung der Erde ungeachtet, doch von einerley Größe erſcheinen ſoll, muß die Entfernung der Sterne dermaßen groß ſeyn, daß die Erdbahn keine merkliche Verhältniß hat, und der Winkel AES als unendlich klein zu halten iſt; „ich glaube aber, ſagt er, daß man vielmehr dieſe „große Weite der Sterne anzunehmen genöthiget iſt, „als die große Anzahl der Bewegungen, die Statt „finden müßten, wenn die Erde unbeweglich feſtſtünde;„ übrigens iſt die große Weite der Sterne eine Sache, die keinem Widerſpruche unterworfen, und die auch ſehr leicht vorzuſtellen iſt (404).

763. Wenn die jährliche Parallaxe merklich wäre, zum Beyſpiel, von 20″, ſo würde ein Stern, der wirklich im Pol der Ekliptik ſtünde, jedes Jahr einen kleinen Kreis von 20″ des Halbmeſſers, zu beſchreiben ſcheinen, weil er allezeit auf der andern Seite des Pols erſcheinen, und beſtändig 20″ haben würde, er würde alſo allezeit in Anſehung des Standes der Erde, auf der entgegengeſetzten Seite dieſes kleinen

nen Kreiſes ſtehen. Picard hatte 1672 einige Veränderungen am Polarſterne wahrgenommen, ſie waren mit dieſer Wirkung der jährlichen Parallaxe nicht übereinſtimmend, aber für ſich richtig; indem dieſer berühmte Beobachter, die erſte Entdeckung in der neuern Sternkunde, von den Fixſternen machte, ſo hat er auch den Ruhm erhalten, den Grund zu allen denen gelegt zu haben, die nach ſeiner Zeit gemacht worden ſind.

764. Der Dr. Hook, der faſt in allen Arten der Gelehrſamkeit berühmt war, der ſich auch ſelbſt für den gelehrteſten Mann in ganz England hielt, wollte auch die Ehre erlangen, dieſe Abänderungen im Jahr 1669 zu beſtimmen. Er hatte im Greshamiſchen Collegium zu London ein Fernrohr von 36 Fuß aufrichten laſſen, mit welchem er die Abſtände des Sternes γ im Drachen, vom Zenith, beobachtete; die Beobachtungen, die er davon bekannt machte, ſind mit der Lehre der Parallaxen ſo genau übereinſtimmend, als ob ſie im voraus darauf eingerichtet worden wären, wenn man annähme, daß die Parallaxe von γ des Drachens 15″ ausmachte, aber alles dieſes hat ſich nachhero ungegründet befunden.

765. Picard ſuchte die Wahrheit dieſer Beobachtung zu beſtätigen, aber die Mittagshöhe der Leyer, die er in den beyden Sonnenſtandspunkten beobachtet hatte, ſchien ihm einerley zu ſeyn, welches aber denen Beobachtungen des Dr. Hooks zuwider war, wie es auch dieſer ſelbſt in der Verſammlung der Akademie, den 4ten Junius 1681 erkannt hat. (Hiſt. celeſte, pag. 252.)

Nachdem Flamſteed den Polarſtern mit ſeinem Mauerquadranten im Jahre 1689 und den folgenden beob-

beobachtet hatte, fand er, daß die Abweichung im Monat Julius um 40″ kleiner war, als im December; dieſe Beobachtungen, hatten alle Richtigkeit, ſie bewieſen aber die jährliche Parallaxe keinesweges, wie Caſſini dieſes deutlich zeigte (Mémoir. Academ. 1699.). Ob aber gleichwohl Flamſteed die Wirkung der jährlichen Parallaxe, aus den von ihm beobachteten Unterſchieden erkannt zu haben glaubte, ſo machte er ſich doch einige Zweifel wegen ſeiner Beobachtungen, und wünſchte, daß doch jemand ein Werkzeug von 15 bis 20 Fuß im Halbmeſſer möchte verfertigen laſſen, und daſſelbe auf einen feſtſtehenden Grund ſtellen, um, wie er ſich ausdrückt, eine Frage zu entſcheiden, die ohne ſolche Hülfsmittel, noch lange Zeit unentſchieden bleiben könnte. Caſſini glaubte auch am Sirius eine Parallaxe von 6″ zu finden, (Mémoir. Acad. 1717. pag. 265.).

766. Die Entdeckung der Abirrung, von welcher wir nunmehro handeln wollen, hat gewieſen, daß die wahrgenommenen Ungleichheiten bey den Fixſternen, eine ganz andre Urſache, als die jährliche Parallaxe, zum Grunde haben; denn dieſe neue Urſache thut allen Beobachtungen ſo vollkommene Genüge, daß ſie alle Vorſtellung von Parallaxe verbannt.

767. Die Erkenntniß der jährlichen Parallaxe würde uns zu der Erkenntniß der Weite der Sterne führen, wenn dieſe Parallaxe nur beobachtet werden könnte; weil ſie aber unmerklich iſt, ſo wollen wir wenigſtens, Ausſchluß weiſe, eine von den Gränzen dieſer Entfernung daraus herleiten. Wenn die abſolute Parallaxe eines Sternes, oder der Winkel APS (Fig. 93.) von 1″ wäre, ſo würde die Seite PS, 206264mal größer ſeyn, als der Halbmeſſer AS der

Erdbahn, der ſelbſt 34 Millionen Meilen enthält. Die mittlere Weite der Sonne AS, enthält den Halbmeſſer der Erde, wenn die Sonnenparallaxe von 9″ angenommen wird, 22198mal in ſich; wenn demnach die jährliche Parallaxe eines Sternes nur von 1″ wäre, ſo würde der Abſtand deſſelben 4727200000, oder 4727 Millionen mal größer ſeyn, als der Halbmeſſer der Erde, das iſt, von 6771770 Millionen Meilen. Weil aber die Parallaxe der Sterne, auch bey denen der Erde am nächſten ſtehenden Sternen, nicht von einer Secunde iſt, ſo iſt ihre Weite noch viel beträchtlicher, nämlich mehr als 6771770000000 Meilen.

768. Die ſcheinbare Größe der Sterne, die man vor der Erfindung der Fernröhre, eine Minute zu haben glaubte, iſt außerordentlich viel kleiner: es iſt heut zu Tage bewieſen, daß vier Sterne der erſten Größe, Regulus, Aldebaran, die Kornähre der Jungfer, und Antares nicht 1″ im Durchmeſſer haben: denn wenn dieſe Sterne vom Monde bedeckt werden, ſo brauchen ſie nicht zwo Secunden Zeit, ſich hinter den Rand des Mondes zu verbergen; welches doch nothwendig erfolgen müßte, wenn der Durchmeſſer dieſer Sterne von 1″ wäre. Denn der Mond braucht ohngefähr 2″ Zeit, um eine Secunde des Grades fortzurucken; folglich müßte man während der 2″ Zeit, einen Stern an ſeiner Größe abnehmen, und allmählig verſchwinden ſehen; aber, ſo verhält ſichs gar nicht: die Sterne verſchwinden in einer halben Secunde, ſie erſcheinen eben ſo ſchnell wieder und gleichſam als ein Bliß; dahero iſt ihr Durchmeſſer keine Secunde groß.

769. Wenn man durch die Fernröhre, ein zerſtreutes Licht, das die Sterne umgiebt, wahrnimmt,

welches ſie vergrößert, und ſie ſo vorſtellt, als ob ſie 5 bis 6″ im Durchmeſſer hätten, ſo muß man dieſen Anſchein, der Lebhaftigkeit ihres Lichtes, der ſie umgebenden, und erleuchteten Luft, der Abirrung der Gläſer, und dem allzu lebhaften Eindrucke, der auf das Netzhäutchen im Auge gemacht wird, beymeſſen.

770. Wenn der Durchmeſſer eines Sternes von einer Secunde wäre, und die jährliche Parallaxe deſſelben auch von einer Secunde, ſo würde der wahre Durchmeſſer des Sternes, dem Halbmeſſer der Erdbahn gleich ſeyn, das iſt, von 34 Millionen Meilen; es kann aber möglich ſeyn, daß die Parallaxen der Sterne, größer ſind, als ihre ſcheinbare Durchmeſſer, ſo, daß der wahre Durchmeſſer viel kleiner iſt, als 34 Millionen Meilen; wir können davon nichts Zuverläßiges ſagen, vielleicht kömmt eine Zeit, da die Sternkündiger hierinnen beſſer unterrichtet ſind.

771. Die außerordentliche Kleinigkeit des ſcheinbaren Durchmeſſers der Fixſterne, iſt vermuthlich die Urſache von dem Blinkern (Scintillatio), das man bey ihnen wahrnimmt; dieſes Blinkern, das bey den Planeten nicht Statt findet, kömmt daher, daß der Durchmeſſer der Sterne außerordentlich klein iſt, und das kleinſte Theilchen von Dunſt, welches vor dem Sterne vorbey geht, bedeckt einen Theil deſſelben, ſo, daß die beſtändige Bedeckung und Wiederentdeckung der Sterne, eine ſchwingende Bewegung in ihrem Lichte erſcheinen läßt.

Von der Abirrung der Sterne.

772. Die Abirrung der Sterne, iſt eine ſcheinbare Bewegung, die im Jahr 1728 bey den Fixſternen

entdecket worden, durch welche ſie ſcheinen Ellipſen von 40″ im Durchmeſſer zu beſchreiben; ſie wird durch die Bewegung des Lichtes, mit der jährlichen Bewegung der Erde verbunden (783), verurſachet. Die Erklärung des Wankens ſoll hiernächſt folgen (794); die Geſchichte der Entdeckung dieſer beyden Bewegungen, erfordert, daß man ſich dasjenige wieder in Vorſtellung bringe, was bey Gelegenheit der jährlichen Parallaxe geſagt worden (763).

773. Flamſteed hatte nicht nur den Beobachtungen des Dr. Hooks zufolge (765), ſondern auch ſeiner eignen wegen, geglaubt, daß eine jährliche Parallaxe bey den Fixſternen anzutreffen ſey; unterdeſſen waren doch die Größe und das Geſetz derſelben wenig bekannt; Samuel Molyneux, ein Irrländer, unternahm im Jahr 1725 das zu beſtätigen, was man davon behauptet hatte, und die Umſtände dieſer Bewegungen, mit mehr Sorgfalt zu beſtimmen; dem Entwurfe, den Molyneux hierzu machte, haben wir alle Erkenntniſſe zu danken, welche den Inhalt dieſes Kapitels ausmachen werden; Bradley aber erhielt die Ehre, dasjenige auszuführen, was Molyneux nur angefangen hatte.

774. Molyneux ließ ein Werkzeug verfertigen, das eben die Einrichtung hatte, als das vom Dr. Hook, und erwählte auch eben dieſelben Sterne; George Graham, dieſer in künſtlichen Arbeiten berühmte Uhrmacher, that ſowohl durch ſeine Geſchicklichkeit als ſeinen Eifer mehr als jeder andere, bey dieſer Arbeit: er ließ für den Molyneux einen Sector von 24 Fuß machen, deſſen Richtigkeit, alles, was jemals zu Erreichung des Endzweckes, kleine

Bogen

Bogen am Himmel zu meſſen, verfertiget worden war, ſehr weit übertraf.

Dieſer Sector des Molyneux wurde zu Kew, nahe bey London aufgeſtellet, und am 3ten December 1725 beobachtete er den Stern γ im Kopfe des Drachen im Mittagskreiſe; er bemerkte den Abſtand deſſelben vom Zenith ganz genau; er wiederholte dieſe Beobachtung den 5ten, 11ten und 12ten dieſes Monats, und fand keinen großen Unterſchied; und weil man ſich in einer Zeit des Jahres befand, da die jährliche Parallaxe dieſes Sternes, ſich nicht verändern ſollte, ſo hielt er dafür, daß es unnütze ſeyn würde, für damals eben dieſelben Beobachtungen fortzuſetzen.

775. Bradley befand ſich zu der Zeit in Kew, und hatte die Wißbegierde, auch denſelbigen Stern den 17ten December 1725 zu beobachten, und nachdem er das Werkzeug ſorgfältig geſtellt hatte, bemerkte er, daß der Stern etwas mehr gegen Süden gieng, als an den erſten Tagen des Monats; anfänglich richteten die beyden Sternkündiger keine große Aufmerkſamkeit auf dieſe Verſchiedenheit, ſie konnte durch Irrungen in der Beobachtung entſtanden ſeyn; unterdeſſen war den 20ſten December der Stern noch weiter gegen Süden fortgeruckt, und that es auch die folgenden Tage, ohne daß man dieſes Fortrucken einem Fehler in den Beobachtungen zuſchreiben konnte.

776. Dieſer Unterſchied ſchien deſto mehr wunderswerth, weil er der Wirkung, welche die jährliche Parallaxe machen ſollte, entgegen war; weil man ſich keine andre Urſache begreiflich machen konnte, die dergleichen Veränderung zu veranlaſſen im Stande war,

ſo befürchteten ſie, ſie möchte vielleicht von einiger Verrückung in den Theilen des Werkzeuges herrühren; ſie mußten ſich dahero von der Richtigkeit deſſelben durch mancherley Erfahrungen verſichern; der Stern aber ruckte immer gegen Süden, und ſie dachten nunmehro hauptſächlich darauf, dieſes Fortrucken zu meſſen, um alsdenn zu verſuchen, ob ſich die Umſtände und die Urſache entdecken ließen. Zu Anfange des Monats März 1726 fand ſich, daß der Stern 20″ von dem Orte fortgeruckt war, wo er drey Monate vorhero war beobachtet worden, alsdenn blieb er etliche Tage ſtillſtehend; gegen die Mitte des Aprils fieng er an, wieder zurück gegen Norden zu gehen, und zu Anfange des Junius gieng er in eben dem Abſtande vom Zenith durch, wie bey der ſechs Monat vorher gemachten erſten Beobachtung; ſeine Abweichung änderte ſich alsdenn um 1″ in drey Tagen; woraus ganz natürlich zu ſchließen war, daß er fortfahren werde, gegen Norden zu gehen; dieſes traf ein, wie es die Vermuthung angegeben hatte; im Monat September fand ſich der Stern 20″ weiter gegen Norden, als im Monat Junius, und 39″ mehr, als im Monat März: von da kehrte der Stern wieder um gegen Süden, und im Monat December 1726 wurde er in eben dem Abſtande vom Zenith beobachtet, als im vorigen Jahre, mit dem einzigen Unterſchiede, den das Vorrücken der Nachtgleichen hatte hervorbringen müſſen.

777. Hieraus war genugſam erweislich, daß die Unrichtigkeit des Werkzeuges nicht die Urſache dieſer beobachteten Verſchiedenheiten war; hingegen war aber auch die Wirkung zu regelmäßig, als daß man ſie einem unordentlichen Laufe der ätheriſchen Materie

hätte

hätte zuſchreiben können, wie Manfredi zu einer Zeit gemuthmaßet hatte, da man lauter ſchlechte Beobachtungen hatte; die Schwierigkeit aber beſtund in Entdeckung einer zureichenden Erklärung.

778. Die erſte Vorſtellung gieng auf die Unterſuchung, ob dieſes nicht von einem Wanken der Erdaxe herkommen könne, welches durch die Wirkung der Sonne oder des Mondes verurſachet würde, wegen der zuſammengedruckten Geſtalt der Erde, ſo wie dieſes durch die anziehende Kraft Statt finden müſſe (794); aber andre zu gleicher Zeit beobachtete Sterne, erlaubten die Annehmung dieſer Hypotheſe nicht: ein kleiner Stern, der eben den Abſtand vom Pol hatte, und dem γ des Drachen in gerader Aufſteigung entgegengeſetzt war, hätte durch die Wirkung dieſes Wankens eben die Aenderung in der Abweichung zeigen müſſen; unterdeſſen hatte er nur ohngefähr die Hälfte davon gehabt, wie dieſes daraus erkannt wurde, daß die Veränderungen des einen und des andern, die zu gleicher Zeit beobachtet waren, von Tage zu Tage verglichen wurden; es war dieſer der fünf und dreyßigſte Stern des Kamelpards. Um die Beſchaffenheit dieſer Sachen beſſer erläutern zu können, ließ Bradley einen andern Sector verfertigen, der im Jahre 1727 aufgeſtellet wurde, er fieng ſorgfältig zu unterſuchen an, was für Veränderungen die Sterne, nach ihrer verſchiedenen Stellung machten.

779. Er nahm alsdenn wahr, daß jeder Stern, entweder in ſeiner größten Entfernung gegen Norden, oder gegen Süden, wenn er gegen ſechs Uhr des Abends oder des Morgens durch das Zenith gieng, ſtillſtehend erſchien; daß alle gegen Süden fortruckten, wenn ſie des Morgens durchgiengen, und gegen Norden,

den, wenn ſie des Abends durchgiengen, und daß die größte Ausſchweifung ohngefähr wie der Sinus der Breite eines jeden war. Als er endlich am Ende eines Jahres geſehen hatte, daß alle Sterne wieder erſchienen, jeder in eben dem Orte, wo er anfänglich geweſen, und er nunmehro mit einer genugſam großen Anzahl Beobachtungen verſehen war, ſo unternahm er, die Urſache dieſer Veränderungen zu erforſchen. Es mußte eine jährliche und beſtändige Urſache entdeckt werden, die bey ſchwachen, und hellglänzenden Sternen einerley war, deren größte Wirkung von Norden nach Süden, ſich verhielt wie der Sinus der Breite des Sternes, das iſt, null für die in der Ekliptik ſtehenden Sterne, die ferner der Wirkung der Parallaxe entgegen war, und deren größter Werth 40″ betrug.

780. Bradley merkte glücklicher Weiſe, daß dieſer Unterſchied von 40″ ganz genau der Weg war, den die Erde, in 16 Minuten Zeit, in ihrer Bahn durchläuft, es fiel ihm ein, daß das Licht eben ſo viel Zeit brauchte, den Durchmeſſer der Erdbahn zu durchlaufen, der Entdeckung gemäß, die Römer 1675 gemacht (838). Bradley konnte ſich nun alsbald vorſtellen, daß wir die Sterne 16′ ſpäter erblicken, wegen ihrer Entfernung, wenn ſie in Conjunction ſind, als wenn ſie in Oppoſition ſind, und daß wir ſie eben dadurch um 40″ weniger fortgeruckt wahrnehmen; aber dieſem Urtheil zu folge, würde keine Abirrung bey dem Sterne Statt gefunden haben, der am Pol der Ekliptik ſtund, deſſen Abſtand immer eben derſelbe bleibt.

781. Der Stern γ im Drachen hatte aber gleichwohl eine Abirrung von 20″ gegen Norden und gegen Süden,

Süden, welche ſo zunahm, als die Sinuſſe der Abſtände von dem Punkte, wo ſie null war. Bradley urtheilte, daß dieſer Stern einen Kreis beſchreiben müſſe, der dem ähnlich wäre, welcher bey einer Parallaxe von 20″ Statt finden würde; daß er aber denſelben ſo beſchriebe, daß er immer 20″ gegen die Seite, wo die Erde geht, fortgeruckt wäre. So iſt die Erſcheinung beſchaffen, welche durch Bradleys Beobachtungen bekannt wurde; wir werden unten weitläuftiger davon reden (791). Nun war demnach noch übrig, ein Mittel zu finden, durch welches ſie dermaßen eingerichtet werden konnte, daß der Stern immer auf der Seite erſchien, wo die Erde gieng.

782. Endlich fiel Bradley auf die glückliche Vorſtellung, die Bewegung des Lichtes, mit der Bewegung der Erde, nach den Geſetzen der Zuſammenſetzung der Kräfte, zu verbinden; er verſuchte dieſe Hypotheſe, und nachdem er ſahe, daß ſie vollkommen mit allen Beobachtungen übereinſtimmte, ſtattete er von ſeiner Entdeckung im Monat December 1728 Bericht ab. (Philoſophical Tranſactions).

Damit nun Bradley zeigen konnte, wie ſeine Hypotheſe mit ſeinen Beobachtungen übereinkam, ſtellte er in einer Tafel funfzehn Beobachtungen von γ im Drachen vor, die in allen Monaten des Jahres gemacht worden; man ſieht darinnen, wie viel er jeden Tag hat ſüdlicher ſeyn müſſen, nach einer ſcharfen Rechnung, die aus Gründen geführet worden, welche wir bald anzeigen wollen, und wieviel er durch die Beobachtung ſüdlicher befunden worden; der Unterſchied geht niemals über eine Secunde und halb.

Eben dieſelbe Uebereinſtimmung, die man in dieſer Tafel von γ des Drachen ſieht, erſcheint auch bey allen andern Sternen; ſolchergeſtalt mußte Bradley dieſe Einſtimmigkeit der Beobachtungen, als einen Beweis ſeiner Hypotheſe anſehen, oder er mußte vielmehr aufhören, eine ſolche Lehre, für eine Hypotheſe zu halten, welche ſo gut übereinſtimmte, ſowohl mit der Bewegung der Sterne, als auch mit der allmähligen Fortpflanzung des Lichtes, die durch die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten ſchon bekannt geworden war (838).

783. Ich ſchreite demnach zu Erklärung der Urſache, welche Bradley denen von ihm beobachteten Erſcheinungen zueignete, und weil man gemeiniglich einige Schwierigkeit findet, dieſe wohl zu verſtehen, ſo werde ich mir angelegen ſeyn laſſen, ſie außer Zweifel zu ſtellen, und den Grund derſelben ſo überzeugend darzuthun, als bey einem Satze der reinen Meßkunde geſchehen kann: ich will ihn demnach unter verſchiedenen Geſtalten vorſtellig machen; alle dieſe erfodern dennoch, daß man von der Zerlegung der Kräfte in den Parallelogrammen (479), einen Begriff habe, dergleichen man in allen Anfangsgründen der Mechanik finden kann. Es ſey E ein Stern (Fig. 94.), der einen Lichtſtrahl zu uns ſchickt, und werde als ein kleiner Körper betrachtet, der von E in B geht; es ſey A B ein kleiner Theil der Erdbahn, von 20″ zum Beyſpiel, (es wird alsbald erhellen, warum wir dieſe Zahl 20″ erwählen), und C B ſey der Weg, den der Strahl durchlaufen hat, während daß die Erde, A B beſchrieb; demnach war der kleine Körper des Lichtes B, in C, da die Erde in A war, und kömmt in den Punkt B zugleich mit der Erde; durch dieſes

Mittel

Mittel geben CB und AB die Ausdrücke der Geſchwindigkeiten des Lichtes und der Erde in 20″ Zeit.

784. Ich ziehe die Linie CD parallel, und gleich mit AB, und ſchließe das Parallelogramm DBA; nach dem ſo bekannten Satze der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte, kann man die Geſchwindigkeit CB des Lichtes betrachten, als ob ſie von zwo Geſchwindigkeiten entſtünde, die nach den Richtungen CD und CA gehen; weil die Geſchwindigkeit CD nach eben der Richtung geht, und von eben der Größe iſt, als die Geſchwindigkeit AB der Erde, ſo kann ſie nicht bemerkt werden, ſondern ſie iſt für uns vernichtet; das Auge kann von einem Lichtſtrahle keine Empfindung haben, der nach eben der Richtung, und mit eben der Geſchwindigkeit fortgeht, als das Auge ſelbſt. Solchergeſtalt bleibt der einzige Theil CA von der Geſchwindigkeit des Lichtes, für uns; der Lichtſtrahl wird zu unſerm Auge in der Richtung CA kommen, und wir ſehen den Stern in der Linie AC, oder nach der Linie BD, die ihr parallel iſt; der Winkel CBD iſt dasjenige, was wir Abirrung (Aberration) nennen; es iſt die Größe oder der Winkel CBD, um welchen ein Stern von ſeinem wahren Orte oder von der Linie BCE entfernt zu ſeyn ſcheint, durch eine Wirkung, der Bewegung der Erde und der Bewegung des Lichtes.

785. Eben dieſe Wirkung, läßt ſich auch auf andre Art vorſtellig machen; der kleine Körper des Lichtes B, trifft unſer Auge mit der Geſchwindigkeit CB; weil aber in eben der Zeit das Auge von A in B fortgeht, mit der Geſchwindigkeit AB, ſo ſtößt es ſelbſt auf den Lichtſtrahl, ſo, daß ein doppelter Anſtoß zu gleicher Zeit geſchiehet, der nämlich, von dem Lichte,

das

das gegen unſer Auge mit der Geſchwindigkeit CB kömmt, und der, von dem Auge, das gegen das Licht mit der Geſchwindigkeit AB geht. In dem Orte des leztern Anſtoßes, kann man ſich vorſtellen, (ohne etwas in der daraus entſtehenden Wirkung zu ändern), als ob der kleine Körper von F in B gekommen wäre, das Auge mit einer Geſchwindigkeit FB zu treffen, die der Geſchwindigkeit AB gleich iſt; ſo erhält demnach das Auge einen Eindruck nach CB, und einen nach FB: aus dieſen beyden Eindrücken, die nach den Seiten CB und FB des Parallelogramms CF erfolgen, entſteht ein einziger und vereinigter Eindruck, der nach der Diagonale DB empfunden wird, folglich wird der Stern nach der Richtung BD, und nicht nach der Richtung BCE geſehen werden.

786. Vielleicht kann ein bekanntes Beyſpiel, die Beſchaffenheit dieſer zuſammengeſetzten Wirkungen noch beſſer begreiflich machen. Es ſey GCFA (Fig. 95.) ein Schiff, das von der Rechten nach der Linken läuft; von einem Winkel C dieſes Schiffes, hätte man einen Stein nach dem andern Winkel A geworfen, und in der Zeit, da dieſer den Weg CA durchlaufen hat, wäre das Schiff, um die Länge CD oder AB fortgegangen; die Perſon, welche in dem Schiffe in A ſich befindet, wird ſich alsdenn in den Punkt B verſezt ſehen, und wird von dem Steine eben ſo getroffen werden, als ob das Schiff ganz ſtille geſtanden hätte; der Stein wird ihr ſcheinen, von dem Winkel D nach der Linie DB zu kommen, ſo wie er ihr würde geſchienen haben von C nach der Linie CA zu kommen, wenn das Schiff unbeweglich geſtanden hätte; der hierdurch gemachte Eindruck, wird eben der-

ſelbe

ſelbe ſeyn, weil die Vergleichung des Punktes C mit dem Punkte A, ihre Lage, ihr Abſtand auf keine Weiſe, von dem Laufe des Schiffes abhangen; dieſe Bewegung iſt dem Steine und dem Schiffe gemein; und iſt in Beziehung auf den Stoß, null. Nichts deſto weniger aber, iſt doch dieſer Stein in dem abſoluten Raume von C in B gekommen; folglich hat er eben den wirklichen Weg gemacht, den ein Stein würde gemacht haben, der vom Ufer R gerade nach B wäre geworfen worden. Hier ſind demnach zween Steine, einer kömmt vom Ufer R, und hat die Linie CB durchlaufen, der andre iſt aus dem Winkel des Schiffes, vom Punkte C fortgeworfen worden, und hat gleichfalls die Linie CB durchlaufen, wegen des Fortganges des Schiffes: dieſer aber hat ſich nach der Richtung DB bemerken laſſen, folglich würde der vom Ufer R abgeworfene, ſich wirklich auch in der Richtung DB, von der Perſon haben bemerken laſſen, die ſich im Winkel A des Schiffes befunden, und während daß der Stein von C in B geht, ſelbſt von A in B verſetzt worden wäre.

787. Die Abirrung von 20″, kömmt in den Tafeln der Bewegungen der Sonne, mit 8′ 7″½ überein, man iſt alſo wenigſtens auf 5″ verſichert, daß das Licht der Sonne, in ihren mittlern Weiten 8′ 7″ nöthig hat, bis zu uns zu kommen; daraus folgt, daß die Geſchwindigkeit des Lichtes 10313 mal größer iſt, als die mittlere Geſchwindigkeit des Laufes der Erde *).

788. Ehe

*) Die Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, beträgt in einer Secunde 23531 Meilen, oder 6½ Meile in

788. Ehe ich die umſtändliche Entwickelung der Erſcheinungen der Abirrung vornehmen kann, muß ich vorhero anzeigen, daß die Ebene ECBA (Fig. 94.), welche die Linie AB, die von der Erde beſchrieben worden, mit dem Sterne E verbindet, die Abirrungsebene genennt wird, weil in dieſer Ebene die Abirrung geſchiehet: der ſcheinbare Ort des Sternes, ſein wahrer Ort, das Auge des Beobachters, und der Raum, den es in 8′ Zeit durchläuft, befinden ſich alle zuſammen in dieſer Ebene, ſo daß die Abirrung, den Stern in keiner andern Ebene erſcheinen laſſen kann. Man nennt auch das Abirrungsdreyeck, das durch den Weg des Lichtes, mit dem Wege der Erde gemachte Dreyeck CBA, deſſen kleiner Winkel das Maaß der Abirrung giebt. Wir wollen nunmehro in Betrachtung nehmen, was erfolgen muß, wenn das Abirrungsdreyeck rechtwinklicht, oder ſtumpfwinklicht iſt.

789. Aus den vorhergehenden Beweiſen, muß man überzeugt worden ſeyn (783), daß uns ein Stern allezeit auf der Seite, wo wir unſern Weg nehmen, weiter fortgeruckt erſcheint, und zwar um die Größe des Winkels BCA; die Beſtimmung der Größe dieſes Winkels hangt von der Verhältniß der Geſchwindigkeit AB der Erde, zu der Geſchwindigkeit CB des Lichtes ab, dieſe Verhältniß aber iſt wie 1 zu 10313 (787); welches einen Winkel von 20″ in dem Falle giebt, wenn CB ſenkrecht auf AB iſt; es wird demnach die Abirrung allezeit von 20″ ſeyn, wenn der Weg des Auges ſenkrecht auf den Strahl des Sternes iſt: wenn aber CB (Fig. 99.) gegen

in einer Secunde; die Geſchwindigkeit aber der täglichen Umwälzung, beträgt nur 238 Toiſen in einer Secunde, alſo ohngefähr ſo viel, als die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel.

gegen den Weg AB des Auges geneigt iſt, ſo wird alsdenn der Abirrungswinkel ACB kleiner, und weil CB ſich zu AB verhält, wie der Sinus des Winkels A zu dem Sinus des Winkels C, ſo folgt daraus, daß der Sinus des Bogens der Abirrung, oder die Abirrung ſelbſt, wie der Sinus der Neigung des Strahles CA, gegen den Weg des Auges, iſt, welcher allezeit ein kleiner Bogen der Erdbahn iſt; er iſt nämlich gleich 20″ multiplicirt durch den Sinus des Winkels, welchen der Weg des Auges, mit dem Lichtſtrahl macht. Wenn ſich endlich die Linie CA ſo weit neigte, daß ſie mit der Linie ABD zuſammenfiele, ſo würde der Winkel C verſchwinden, und keine Abirrung mehr Statt finden; welches außerdem offenbar iſt, weil alsdenn der Lichtſtrahl allezeit in eben derſelben Richtung zu uns kommen würde.

790. Wir wollen nunmehro ſetzen, daß das Auge anſtatt von A in B zu gehen, von B nach A gienge, ſo, daß der Lichtſtrahl zu gleicher Zeit in A ankommt, als das Auge; wenn hier die Geſchwindigkeit CA (784), in CE und CB zerlegt wird, ſo ſieht man leichtlich, daß die Geſchwindigkeit CE, durch die Geſchwindigkeit BA der Erde aufgehoben wird, und daß nur CB, oder die mit ihr parallele EA übrig bleibt; dahero wird in dieſem Falle der Stern ſich über die Linie zu erheben ſcheinen, welche das Auge beſchreibt, anſtatt daß er im vorigen Falle ſich zu erniedrigen ſchien; er wird in E erſcheinen, anſtatt in C: die Abirrung bringt allezeit einen Stern auf die Seite, wo die Erde geht. Wenn die Erde im Punkte G ihrer Bahn GHD (Fig. 96.), und darnach im Punkte K iſt, ſo ſcheint ſie nach zwo entgegengeſetzten Richtungen zu gehen: im erſten Falle, iſt der Stern in Oppoſition,

und

und ſcheint linker Hand des mittlern Ortes E: im zweeten Falle, da die Erde von D in K geht, iſt der Stern in Conjunction mit der Sonne, und erſcheint 20 Secunden rechter Hand, nämlich gegen Abend des Punktes E in einer Linie DS. Wenn die Erde den kleinen Bogen FL beſchreibt, ſo nimmt die Abirrung ab, weil hier nur die Größe der ſenkrechten Linie LN da iſt, welche Abirrung verurſacht, und dieſer Theil LN, iſt kleiner, als LF in eben der Verhältniß, als der Coſinus des Bogens GL der Elongation, kleiner, als der Halbmeſſer iſt, oder SV kleiner als SL, wegen der ähnlichen Dreyecke LFN, SVL, die folgende Proportion geben, LF : LN :: SL : SV. Demnach iſt die Abirrung in der Länge, die von der Bewegung BG oder NL der Erde, ſenkrecht auf der zum Sterne geführten Linie, abhangt, proportional mit dem Sinus des Abſtandes von dem Punkte, wo ſie null iſt, das iſt, mit dem Punkte H des Viertheils. Aus eben der Urſache, hangt die Abirrung in der Breite, von dem Wege, oder der Bewegung der Erde in der ſenkrechten Richtung auf jene, ab, nämlich von der kleinen Bewegung FN; und ſie iſt proportional mit dem Sinus des Abſtandes GL, oder mit der Linie LV, wegen eben derſelben Dreyecke LFN, LVS, in welchen LF : FN :: SL : LV.

791. Wenn dieſer Stern im Pol der Ekliptik ſtünde, ſo würde man ihn allezeit 20 Secunden voraus ſehen auf der Seite, wo die Erde geht; und folglich wird, da die Erde einen Kreis beſchreibt, der Stern auch ſcheinen, einen zu beſchreiben, eben dieſes hat Bradley wenigſtens ziemlich genau, bey dem Sterne γ des Drachen wahrgenommen.

Wenn

Wenn der Stern näher an der Ebene der Ekliptik ſteht, und man ihn nach einer ſchiefen Linie ſieht, ſo wird die Wirkung der Abirrung ſenkrecht auf die Ebene der Ekliptik, kleiner werden, in Verhältniß des Sinus der Schiefe (789); ſie wird aber einerley bleiben, in der parallelen Richtung mit der Ekliptik, dahero wird der Kreis eine Ellipſe wie L A K (fig. 98.) werden. Die große Axe L K die parallel mit der Ekliptik, wird allezeit von 40″ ſeyn, weil die Abirrung, wenn der Stern in Conjunction oder in Oppoſition iſt, allezeit 20″ beträgt, der Stern mag eine Breite haben, oder nicht, indem der Weg B G der Erde (fig. 96.) beſtändig ſenkrecht auf den Strahl des Sterns iſt; die kleine Axe A F der Ellipſe, wird aber in Verhältniß des Sinus der Breite kleiner ſeyn.

Der Punkt L der am weiteſten zur Linken, oder gegen Abend liegt, iſt der Ort, wo der Stern erſcheint wenn er in Oppoſition iſt; der Punkt K iſt der Ort der Conjunction; der Punkt A, wenn es ein ſüdlicher Stern iſt, oder der Punkt F wenn es ein nordlicher Stern iſt, nämlich, der Punkt der Ellipſe der am nächſten bey der Ekliptik iſt, zeigt den ſcheinbaren Ort des Sternes, drey Monate nach der Conjunction an. Weil die Abirrung in der Länge, wie der Coſinus der Elongation des Sternes iſt, in dem um die Ellipſe beſchriebenen Kreiſe, welcher durch ſeine Neigung die Ellipſe bildet, ſo werden, wenn man in K den Ort der Sonne bemerkt, der der Länge des Sternes gleich iſt, und den umſchriebenen Kreis in 360° theilet, die von jedem Grade der Länge, auf die große Axe L E K gefällten ſenkrechten Linien, auf der Ellipſe alle Punkte anzeigen, wo der Stern zu gleichen Zeiten erſcheinen muß; auf ſolche Art habe ich auf der Ellipſe A L F K, die

Oerter des Arcturs auf ſeiner Abirrungsellipſe für den erſten Tag jedes Monats bezeichnet.

792. Arctur iſt den 13ten October, am Tage ſeiner Conjunction, im äußerſten weſtlichen Theile der großen Axe ſeiner Ellipſe, zur Rechten; und den 11ten Januar, am Tage des erſten Viertheiles, iſt er am äußerſten untern oder ſüdlichen Theile F der kleinen Axe. Die Ellipſe des Arcturs, iſt in Anſehung der Horizontallinie AB, die ich parallel mit dem Aequator annehme, um die Größe des Poſitionswinkels geneigt (318); es würde genug ſeyn, ſenkrechte Linien auf AB zu fällen, um in den verſchiedenen Zeiten des Jahres, die Abirrung in der geraden Aufſteigung und in der Abweichung zu haben. Man ſieht in eben dieſer Ellipſe, die Wirkung der Parallaxe (763), welche machen würde, daß der Stern in eben den Punkten der Ellipſe drey Monate eher erſchiene, als die Abirrung thut, wenn man annähme, daß die größte Parallaxe von 20″, wie die Abirrung wäre; ich habe inwendig in der Ellipſe die Stellungen angemerkt, welche die jährliche Parallaxe viermal im Jahre geben würde.

793. Die Abirrung in der Länge, die man in dieſer Figur auf dem Parallelkreiſe des Sternes nehmen würde, indem man EL von 20″ ſetzte, muß zum aſtronomiſchen Gebrauche, durch Reduction auf die Ekliptik gebracht werden, ſie muß nämlich durch den Coſinus der Breite des Sternes dividirt werden (531); daher kommt es, daß die abſolute Abirrung, die allezeit 20″ eines größten Kreiſes beträgt, wenn ſie in der Gegend eines Sternes genommen wird, für die nahe am Pol ſtehenden Sterne ſehr groß wird, wenn man ſie auf dem Aequator mißt, oder die Veränderung in Betrachtung zieht, die daraus in der geraden Aufſteigung entſteht;

ſteht; von der Abirrung habe ich für eine große Anzahl Sterne, in verſchiedenen Bänden der Connoiſſance des Temps Tafeln gegeben.

Von dem Wanken der Erdaxe.

794. Das Wanken (Nutatio oder Deuiatio) iſt eine ſcheinbare Bewegung von 9″, die an den Fixſternen beobachtet wird, die eine Periode von 18 Jahren macht, und durch die anziehende Kraft des Mondes auf den kugelartigen Körper (Sphæroides) der Erde, verurſachet wird. Im 12ten Buche wird gezeigt werden, daß das Vorrücken der Nachtgleichen, welches jährlich 50″ beträgt, durch die Wirkung der Sonne und des Mondes, auf den Theil der Erde entſteht, den man um den Aequator des zuſammengedruckten Sphäroids (1064) erhaben zu ſeyn erkennt. Von dieſen 50″ ſind wenigſtens 36 die durch die Wirkung des Mondes allein hervorgebracht werden; es kann aber der Mond dieſe 36″ des Vorrückens, nicht auf eine gleichförmige Art hervorbringen, weil die Knoten beſtändig ihren Ort verändern, und ſeine Neigung in Anſehung des Aequators, wovon die Wirkung deſſelben abhängt, ſich um 10 Grade ändert; daraus muß nicht nur eine Ungleichheit in dem jährlichen Vorrücken der Nachtgleichen bey verſchiedenen Jahren entſtehen, ſondern auch ein Wanken in der Erdaxe veranlaſſet werden. Durch die Wirkung dieſes Wankens, müſſen die Sterne ſich dem Aequator zu nähern, und von ihm zu entfernen ſcheinen, weil ſich der Aequator auf verſchiedene Sterne richtet.

Wir ſehen daß Flamſteed ſchon um das Jahr 1690 ſich Hoffnung gemacht hatte, vermittelſt der nahe am Zenith ſtehenden Sterne, die Größe dieſes Wankens, welches aus Newtons Lehrſätzen folgen mußte,

ausfündig zu machen; er ließ aber dieſen Vorſatz fahren, weil dieſe Wirkung, ſagt er, wenn ſie wirklich da iſt, unmerklich bleiben muß, bis Werkzeuge verfertiget werden, die ſehr viel länger als 7 Fuß, viel dauerhafter, und ſicherer feſtgeſtellt ſind als die meinigen. (Hiſt. Cœleſt. Tom. III. p. 113).

Horrebow führt eine ausdrückliche Stelle, aus Römers ungedruckten Aufſätzen an, aus welcher man ſieht, daß er auch ein Wanken der Erdaxe vermuthete, und daß er ſich Hoffnung machte die Lehren davon ausarbeiten zu können (Baſis Aſtronomiæ 1733. p. 66.)

Dieſe Vorſtellungen eines Wankens, mußten natürlicher Weiſe ſich alle diejenigen machen, die an den Sternen Aenderungen in den Abweichungen wahrgenommen hatten, und wir haben gezeigt, das Bradleys erſte Vermuthungen 1727 dahin giengen, es müſſe ein Wanken der Erdaxe da ſeyn, durch welches der Stern γ des Drachen, mehr oder weniger dem Pol näher zu ſtehen erſchiene (778); aber die Folge der Beobachtungen nöthigte ihn, eine andre Urſache der jährlichen Veränderungen ausfündig zu machen; es geſchahe erſt nach Verlauf etlicher Jahre, daß er dieſe zwote Bewegung, wovon hier gehandelt wird erkannte.

795. Um die vom Bradley gemachte Entdeckung des Wankens, wohl erklären zu können, muß man auf die Zeiten zurückgehen, da er in Abſicht die Abirrung zu entdecken, die Fixſterne beobachtete; er bemerkte 1728 daß die jährliche Aenderung der Abweichung bey den Sternen, die dem Kolur der Nachtgleichen nahe ſtunden, etwas größer war, als ſie aus dem Vorrücken der Nachtgleichen, das 50″ angenommen, und auf gewöhnliche Art berechnet worden war, folgen ſollte,

ohne

ohne daß dieſer Unterſchied dem Werkzeuge beygemeſſen werden konnte, weil die dem Kolur der Sonnenſtandspunkte nahe ſtehenden Sterne, nicht eben denſelben Unterſchied gaben.

Ueberhaupt, hatten die nahe am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne, ſich ohngefähr 2″ mehr in der Abweichung geändert, als ſie durch das mittlere Vorrücken der Nachtgleichen, das ſehr genau bekannt iſt, würden gethan haben; und die nahe am Kolur der Sonnenſtandspunkte befindlichen Sterne, weniger als ſie hätten thun ſollen; „es ſey aber, fügt Bradley „hinzu, daß dieſe kleinen Aenderungen von einer regel„mäßigen Urſache herſtammen, oder daß ſie durch ei„nige in dem Sector vorgefallene Veränderungen verurſa„chet werden, ſo bin ich doch noch nicht im Stande ſie zu „beſtimmen.„ Bradley wurde hierdurch angetrieben, deſto eifriger in ſeinen Beobachtungen fortzufahren, um die Periode, und das Geſetz dieſer Aenderungen zu ergründen; er hielt ſich faſt beſtändig zu Wanſted auf, bis er 1732 genöthiget wurde nach Oxford zu gehen, um Halleys Stelle zu beſetzen; er fuhr da, mit eben der Genauigkeit fort, alle Umſtände der Abwechſelungen der Abweichung bey einer großen Anzahl Sterne zu beobachten. Alle Jahre ſahe er, wie ſich die Perioden der Abirrung, nach den oben angezeigten Regeln, wieder darſtellten; aber von einem Jahre zum andern, fanden ſich auch andre Unterſchiede; die zwiſchen der Nachtgleiche des Frühlings, und dem Winterpunkte befindlichen Sterne, befanden ſich näher zum Nordpole zu ſeyn, und die entgegengeſetzten Sterne, waren davon entfernt; er fing an zu vermuthen, daß die Wirkung des Mondes auf den Aequator, nämlich auf den erhabenſten Theil der Erde, eine Veränderung oder ein Wanken in der Erdaxe verurſachen könnte:

ſein Sector war zu Wanſted feſtgeſtellt verblieben, er kam oftmals dahin um zu beobachten, und fand ſich 1747 im Stande, wegen der Urſache dieſer Erſcheinung einen Ausſpruch zu thun; wir wollen von dieſer neuen Entdeckung, nach Bradleys eigner Bekanntmachung Nachricht ertheilen (Philoſ. tranſactions Janv. 1748.)

796. Im Jahr 1727 traf der aufſteigende Knoten des Mondes, mit der Nachtgleiche des Frühlinges zuſammen, ſo daß der Mond in ſeinen größten Breiten, ſich vom Aequator 28°½ entfernte; 1736 hatte ſich der aufſteigende Knoten in der Nachtgleiche der Waage befunden, und der Mond konnte ſich nicht weiter vom Aequator entfernen, als 18°½, ſo daß ſeine Bahn 1727 um 10° mehr vom Aequator entfernt war, als 1736, wodurch ſeine anziehende Kraft auf dem Aequator, viel merklicher gemacht wurde.

Bradley beobachtete 1727 aus der Veränderung der Abweichung, der nahe am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne, daß das Vorrücken der Nachtgleichen größer geweſen zu ſeyn ſchien als das mittlere (795), und demohngeachtet ſchienen die nahe am Kolur der Sonnenſtandspunkte ſtehenden Sterne, ſich nach einer den Wirkungen dieſer Vermehrung entgegenen Art zu bewegen; den in gerader Aufſteigung entgegengeſetzten Sternen, widerfuhr es auf eben dieſe Art; γ des Drachen, und der 35ſte Stern im Kamelpard, hatten eben dieſe Veränderung in der Abweichung erlitten, der eine gegen Norden, der andre gegen Süden; alles dieſes ſtimmte mit einem Wanken der Erdaxe ſehr wohl überein, welches offenbar eben denſelben Unterſchied, bey den in gerader Aufſteigung entgegengeſetzten Sternen, hervorbringen muß.

Im Jahr 1732, war der Knoten des Mondes, bis zum Winterpunkte zurückgegangen; alsdenn ſchienen die nahe am Kolur der Nachtgleichen befindlichen Sterne, ihre Abweichung dem Vorrücken von 50″ gemäß zu ändern. In den folgenden Jahren, nahm dieſe Aenderung ab, bis 1736, da der aufſteigende Knoten zur Nachtgleiche der Waage kam.

Die am Kolur der Sonnenſtandspunkte ſtehenden Sterne, veränderten ihre Abweichung von 1727 bis 1736 um 18″ weniger, als das Vorrücken von 50″ erforderte; ſo daß der Weltpol, oder die Erdaxe ein Wanken von 18″, während eines halben Umlaufes der Knoten des Mondes erlitten. Da im Jahr 1745, am Ende von 18 Jahren, die Knoten wieder in ihre erſte Lage gekommen waren, ſo erſchienen die Sterne alle wieder in eben denſelben Punkten, wenn hierbey das Vorrücken der Nachtgleichen mit in Betrachtung gezogen wird; es wurden eben dieſelben Erſcheinungen wie 1727 wieder wahrgenommen, und **Bradley** zweifelte keineswegeſ mehr, daß das Wanken der Erdaxe, die wahre Urſache hiervon ſeyn müße.

797. **Machin** der Secretair der königlichen Engliſchen Akademie, am welchen er ſeine Muthmaßungen überſandte, ſahe gar bald, daß zu Erklärung ſo wohl des Wankens, als der Aenderung des Vorrückens, hinreichend ſey, wenn man annähme, daß der Erdpol einen kleinen Kreis beſchriebe, wie **Tycho** dergleichen für die Mondbahn angenommen. Wenn man dieſem Kreiſe 18″ im Durchmeſſer gegeben, und vorausgeſetzt hatte, daß er während des von **Bradley** beobachteten Umlaufes, welcher der Umlauf der Knoten des Mondes war, durch den Pol beſchrieben würde, ſo diente er zur Erklärung, ſo wohl der Aenderung

des jährlichen Vorrückens, dergleichen die nahe am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne angezeigt hatten, als auch des Wankens der Erdaxe, das durch die nahe am Kolur der Sonnenſtandspunkte befindlichen Sterne bewieſen war.

Zu Beſtätigung der Uebereinſtimmung dieſer Theorie mit den Erſcheinungen, fügt Bradley eine große Anzahl Beobachtungen bey, die von 1727 bis 1747, von verſchiedenen Sternen, und vornehmlich von γ des Drachen gemacht worden. Von mehr als 300 Beobachtungen die er von letztern gemacht hatte, haben ſich nur eilfe gefunden, die von der mittlern um 2″ verſchieden waren.

798. Es ſey E der Pol der Ekliptik (fig. 97), P der Pol des Aequators, der $23^{\circ}\frac{1}{2}$ davon entfernt iſt, und um den Punkt P gehe ein kleiner Kreis, deſſen Halbmeſſer von 9″ ſey. Anſtatt des Punktes P, der der mittlere Ort des Pols iſt, nehme man an, daß der wahre Pol einen Kreis ABCD beſchreibe, und daß er in A ſey, wenn der Knoten des Mondes in der Frühlingsnachtgleiche, oder im Kolur der Nachtgleichen P♈ iſt, und daß er ſich eben ſo von A in B zu bewegen, fortfahre, als der Knoten; ſo daß der Bogen AO, wenn der Weltpol in O iſt, der Länge des Knoten des Mondes in Graden gleich ſey; der Ort des wahren Pols, wird beſtändig um 3 Zeichen in gerader Aufſteigung, in dem Kreiſe ABC weiter fortgeruckt ſeyn, als der Ort des Knoten des Mondes in der Ekliptik, und der Pol wird in D ſeyn, wenn der Knoten in ♋ ſeyn wird. Weil der Pol von A in B zurückgehet, ſo muß er ſich denen Sternen nähern, die im Kolur PB♈ der Nachtgleichen ſtehen; ſo daß das Vorrücken größer erſcheinen wird, indem es bey den Sternen, die im

Kolur

Kolur der Nachtgleichen ſind, eine um 9″ größere Veränderung der Abweichung verurſacht, als es ſeyn ſollte, und dieſes in dem Zeitraume von 4 Jahren und 8 Monaten, welchen der Knoten anwendet vom Witter zum Steinbock, und der Pol von A in B zu kommen; zu gleicher Zeit wird auch der Pol ſich denen Sternen genähert zu haben ſcheinen, die gegen den Winterpunkt oder auf der Seite von E ſtehen; von der Beſchaffenheit ſind wirklich die Umſtände die von **Bradley** beobachtet worden (796).

799. Die erſte allgemeine Wirkung des Wankens, die am leichteſten wahrgenommen wird, iſt die Veränderung der Schiefe der Ekliptik; dieſer Winkel wird um 9″ größer, wenn der aufſteigende Knoten des Mondes im Witter iſt; weil alsdenn der Pol in A iſt, und die Weite der Pole EA, um 9″ größer wird, als wenn der Knoten in der Waage iſt. Die Schiefe der Ekliptik war 1764 von 23° 28′ 15″; ſie war 1755 nur 23° 28′ 5″; ſie hat nicht nur keine Verringerung von 8″ erlitten, wie es hätte geſchehen ſollen (758), ſondern ſie iſt um 10″ vermehrt worden; welches 18″ mehr austrägt, für die einzige Wirkung des Wankens der Erdaxe, die mit AC gleich iſt.

Wenn der Erdpol von A in O gekommen iſt, ſo iſt die Schiefe der Ekliptik EO oder EH, und das Wanken wird mit PH gleich befunden; der Bogen AO oder der Winkel APO, iſt der Länge des Knoten gleich, und PH iſt der Coſinus davon; es iſt aber PH = 9″ Sin. OB oder 9″ Coſin. AO, dahero iſt das Wanken PH = + 9″ Coſin. d. Knot. oder 9″ multiplicirt durch den Coſinus der Länge des Knoten des Mondes. Dieſes Wanken muß von der mittlern oder gleichförmigen Schiefe abgezogen werden, ſo lange der

Knoten des Mondes, zwiſchen 3 und 9 Zeichen iſt; es wird aber addirt, in dem erſten und vierten Viertheil der Länge des Knoten.

Das Wanken der Erdaxe verändert gleichermaßen die Längen, die geraden Aufſteigungen, und die Abweichungen der Geſtirne; nur die Breiten werden von ihm nicht betroffen, weil der Pol E der Ekliptik, in der Theorie des Wankens unbeweglich iſt: die vorhergehende Hypotheſe iſt zu Berechnung dieſer Veränderungen hinreichend; denn man darf nur O für den Pol des Aequators, und E O für den Kolur der Nachtgleichen anſtatt E P nehmen; vom Punkte O als Weltpol betrachtet, zieht man einen Bogen O S auf einen Stern S, ſo iſt alsdenn O S die Ergänzung der Abweichung deſſelben, der Winkel S E O die Ergänzung ſeiner Länge, der Winkel S O E die Ergänzung ſeiner geraden Aufſteigung, und der Bogen S E die Ergänzung ſeiner Breite; dieſes iſt die einzige Größe, die unverändert bleibt in dem Dreyeck E S P, welches das Dreyeck E S O wird; alle dieſe Veränderungen ſind durch die ſphäriſche Trigonometrie leicht zu berechnen, ſo bald man nur die Lage des Kolurs E O kennt, in Verhältniß gegen den mittlern Kolur E P, der ohne die Erſcheinung des Wankens der Erdaxe Statt finden würde.

Achtes Buch.

Von der Geſtalt der Erde.

800.

Im erſten Buche iſt die Methode gezeigt worden, durch welche man die Größe der Erde gefunden hat (39); die Alten aber, waren ihrer Meſſungen nicht gewiß: nach den Abmeſſungen die Plinius (libr. II. c. 108.) berichtet, war ein Grad auf der Erde von 700 Stadien, und das Stadium des Plinius hielt 94 Toiſen $\frac{1}{4}$, folglich war ein Grad von 66000 Toiſen; andern zu folge, fand man nur 8999 Meilen (art. 39). Aus den Abmeſſungen, die um das Jahr 830 auf Befehl des Kalifen Almamon gemacht wurden, fand ſich ein Grad von 47188 Toiſen. Fernel 1550 hatte gefunden 56746 Toiſen; Snellius im Jahr 1617 fand 55021; Norwood 1635; 57424; und Riccioli, 62900 Toiſen: ſo war die Ungewißheit unſerer Erkenntniß in dieſer Sache beſchaffen, als die Akademie der Wiſſenſchaften, die Beſtimmung der wahren Größe der Erde unternahm, indem ſie einen Grad, mitten in Frankreich abmeſſen ließ. Es würde langweilig und beſchwerlich geweſen ſeyn, eine Weite von 25 Meilen, von einem Ende zum andern Toiſe für Toiſe zu meſſen, obgleich dieſes im nordlichen Amerika geſchehen (Philoſ. Tranſact. 1768). Picard hielt für beſſer hierzu die Trigonometrie anzuwenden, und begnügte ſich, eine Weite ſorgfältig zu meſſen, die zwo Meilen hielt, nämlich den Weg von Ville-juive bis Juviſy, der ſchon in gerader Linie gepflaſtert war, und hier-

hieraus ſchloß er alles übrige durch Dreyecke. Seit der Zeit, hat die Akademie, zu Ville-juive und Juviſy zwo Pyramiden errichten laſſen, deren Axen ganz genau um 5717 Toiſen von einander abſtehen, wie die Abmeſſung die wir 1756 gemacht, angegeben hat.

801. Die Toiſe, welche wir zu dieſer Abmeſſung gebraucht haben, wird in der Kunſtkammer der Akademie verwahrlich aufbehalten, und ſind richtige Muſter davon in alle Hauptprovinzen des Königreichs geſandt worden, damit inskünftige keine Schwierigkeiten mehr über die eigentliche Länge der franzöſiſchen Klafter entſtehen können, wie bishero entſtanden ſind, dergleichen auch ſelbſt in England noch vorfallen, wo man ſich noch nicht über ein beſtimmtes Maaß vereiniget hat; die Toiſe der Akademie iſt von allen Maaßen auf dem Erdboden das richtigſt beſtätigte, und das berühmteſte in allen Ländern wo Gelehrte ſind. In der Connoiſſance des Temps, habe ich in verſchiedenen Jahren eine Tafel eingeruckt, in welcher die ausländiſchen Maaße mit dem unſrigen verglichen ſind.

802. Das erſte Dreyeck, welches Picard auf die Grundlinie von Ville-juive ſetzte, ſchloß ſich an dem Thurme von Briecomte-Robert; das zweyte hatte zur Grundlinie, die Weite von Ville-juive bis Briecomte-Robert, und endigte ſich am Thurme von Montlhery; dieſes zweyte Dreyeck diente ihm die Weite von Brie bis Montlhery zu beſtimmen, die ſich von $13121\frac{1}{2}$ Toiſen fand. Indem er nun ſo von Dreyeck zu Dreyeck fortfuhr, kam er bis zum Thurme der Frauenkirche in Amiens, der um 60390 Toiſen weiter nach Norden liegt, als die mittägige Seite der Königlichen Sternwarte (Meridienne verifiée pag. 46. & 50), deſſen

Breite

Breite aber auch weiter fortgehet um 1° 3′ 9″: welches zur Größe eines richtigen Grades 57060 Toiſen giebt. Der 25ſte Theil dieſes Grades iſt das, was man faſt allgemein eine Meile zu nennen beliebt hat; die Meile iſt demnach von 2283 Toiſen, ſo daß der ganze Umfang der Erdkugel 9000 Meilen ausmacht, jede von 2283 Toiſen. Die Seemeilen, von welchen 20 einen Grad machen, ſind von 2853 Toiſen, ſie werden deßwegen ſo auf dem Meere abgetheilet, damit 3 Minuten, welche 3 Engliſche, und Italiäniſche Seemeilen ausmachen, einer franzöſiſchen Seemeile gleich ſeyn möchten, und die Seeleute von allen Ländern einander leichter verſtehen könnten.

Von der Geſtalt der Erde, und ihrer Zuſammendrückung.

803. Der von Picard, zwiſchen Paris und Amiens gemeſſene Grad, konnte hinreichend ſeyn die Größe des ganzen Erdkörpers zu erkennen, wenn man ihn als kugelförmig annahm; wenn aber die Erde nicht kugelrund iſt, ſondern in einem Theile ihres Umfanges erhabener als im andern, ſo müſſen die 360 Grade unter ſich verſchieden ſeyn, und der um Paris genommene Grad wird nicht mehr der 360ſte Theil des ganzen Erdumfanges ſeyn; daher geſchahe er, daß die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris im Jahr 1683, um die Verſicherung davon zu erhalten, die Abmeſſungen verſchiedener Grade, unter mancherley Breiten zu erlangen trachtete, damit daraus erſehen werden konnte, ob die Grade einander gleich wären, wie ſie es ſeyn mußten, wenn man die Erde für kugelrund annahm.

804. Ich kann nicht eben ſagen, wem man die erſte Vermuthung, aus welcher alle dieſe Unterſuchungen

gen ihren Urſprung nahmen, beymeſſen ſoll; ich finde nur, daß Picard im 4ten Artikel ſeiner Abhandlung, von der Abmeſſung der Erde, von einer Muthmaßung redet, „die ſchon in der Akademie vorgetragen worden, „daß ſchwere Körper, wenn die Umwälzung der Erde „angenommen würde, unter dem Aequator mit gerin„gerer Kraft fallen müßten, als unter den Polen,„ und Picard bemerket, daß daraus eine Verſchiedenheit bey den Pendeln, die Secunden ſchlagen, entſtehen müſſe, daß ſie auch da geſchwinder gehen müßten, wo mehr Schwere oder weniger Schwungkraft (vis centrifuga) Statt fände. Er fügt hinzu, daß zu London, Lyon und Bononien einige Erfahrungen gemacht worden, aus welchen es ſchiene, daß man die Folge ziehen könne, daß die Secundenpendeln, kürzer gemacht werden müßten, je mehr man ſich dem Aequator nähere, daß man aber von der Zuverläßigkeit dieſer Erfahrungen noch nicht genugſam verſichert ſey, um etwas daraus ſchließen zu können; außerdem aber muß man, ſagt er, auch bemerken, daß im Haag, wo die Polhöhe viel größer iſt als in London, die vermittelſt der Uhren genau beſtimmte Länge des Pendels, mit der in Paris einerley befunden worden.

805. Man wußte dahero im Jahr 1671. noch nichts gewiſſes von der Geſtalt der Erde, und der Verkürzung des Pendels unter dem Aequator; in eben dem Jahre aber, wurde Richer nach Cayenne (742) geſandt, und unter den Abſichten ſeiner Reiſe findet ſich auch der Auftrag der Akademie, die Länge des Secundenpendels zu beobachten. In dem 10ten Abſchnitte ſeiner Beobachtungen, die er nach ſeiner Zurückkunft drucken ließ, iſt ein beſonderer Artikel von der Länge des Pendels enthalten, wo er ſagt, daß dieſe, eine von ſeinen be-

trächt-

trächtlichſten Beobachtungen ſey, die er gemacht habe. „Als eben daſſelbe Maaß, das in Cayenne auf eine „eiſerne Stange, nach der Länge, die zu einem Pendel „für Secunden der Zeit erforderlich befunden worden, „eingezeichnet war, nach Frankreich gebracht, und mit „der Länge des Pendels in Paris verglichen wurde, „iſt der Unterſchied von einer Linie und einem Viertheil „befunden worden, um welchen das in Cayenne kürzer „iſt, als das in Paris, welches 3 Fuß 8 Linien und „$\frac{3}{5}$ enthält; dieſe Beobachtung iſt während zehn Mo„naten zu oft wiederholten malen angeſtellet worden, „da keine Woche vorbeygegangen, in welcher dieſelbe „nicht ſollte verſchiedene male mit großer Sorgfalt ge„macht worden ſeyn. Die Gänge des einfachen Pen„dels, deſſen man ſich bediente, waren ſehr klein, ſie „dauerten ſehr merklich, die Zeit von 52 Minuten hin„durch, und ſind mit denen von einer ganz vortreffli„chen Uhr, in Vergleichung gebracht worden, deren „Gänge (Vibrationes), Secunden der Zeit anzeigten.„ (Recueil d'obſervations faites en pluſieurs voyages, in Fol. 1693). Ueberdieß gieng das Pendel an Richers Uhr, das zu Paris Secunden ſchlug, täglich zwo Minuten in Cayenne langſamer; welches erweislich machte, daß die Schwere der Linſe in Cayenne geringer ſey, und daß die Linſe daſelbſt mit weniger Geſchwindigkeit nach der Erde zugetrieben werde. (Regiæ ſcientiar. academiæ hiſtoria Libr. I.)

806. Seit der Zeit, iſt die Länge des Pendels in verſchiedenen Ländern beobachtet worden, und man hat folgende Größen, in Zollen, Linien und Hunderttheilen von Linien gefunden.

Unter

		''	'''
Unter dem Aequator, in der Höhe von 2434 Toiſen. (Bouguer Figur. de la terre pag. 342) — —	36	6,	70
Unter dem Aequator, in 1466 Toiſen Höhe, durch eben denſelben —	36	6,	83
Unter dem Aequator, der Meeres Fläche gleich, durch ebendenſelben	36	7,	07
Zu Portobello, unter 9° 34′ Breite, durch ebendenſelben —	36	7,	16
Zu klein Goave auf der Inſel St. Dominico 18° 27′ durch ebendenſ.	36	7,	33
Auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung 33° 55′ (Mem. acad. 1751. pag. 438.) — —	36	8,	07
In Genf 46° 12′; durch Hr. Mallet, mit dem unveränderlichen Pendel	36	8,	17
In Paris 48° 50′ (Memoir. Acad. 1735) durch den Hrn. von Mairan	36	8,	52
Durch Hr. Bouguer, nach den gemachten Reductionen —	36	8,	67
In Leyden 52° 9′ durch Hr. Lulofs	36	8,	71
In Petersburg 59° 56′ durch Hr. Mallet	36	8,	97
In Pello 66° 48′ (Hr. von Maupertuis Fig. de la terre p. 130)	36	9,	17
In Ponci in Lappland 67° 4′ durch Hr. Mallet — —	36	9,	17

807. Die erſte Erfahrung, welche unwiderſprechlich bewies, daß ſich die Erde um ihre Axe drehet; war die mit dem Pendel im Jahr 1672. Von der Zeit an, fieng Huygens an zu vermuthen, daß es, vermöge der Schwungkraft, welche die Schwere der Körper unter dem Aequator geringer mache als in Paris (1011),

(1011), ſehr leicht geſchehen könne, daß die Theile der Erde daſelbſt auch mehr erhaben, und vom Mittelpunkte mehr entfernt wären, welches der Erde, die Geſtalt eines an den Polen zuſammengedrückten Sphäroids geben müſſe; die Scheibe Jupiters, deren zuſammengedrückte Geſtalt Caſſini ſchon, und ſogar vor dem Jahre 1666 beobachtet hatte, gab einen ſtarken Grund zu glauben, daß auch die Erde zuſammengedruckt ſeyn müſſe; wie er es ſelbſt ſagt, (Mém. Acad. 1701. p. 180).

808. Wir wollen nunmehro die Art betrachten, wie die Sternkündiger, ſich von dieſer zuſammengedruckten Geſtalt, durch die Abmeſſung der Grade der Erde, unter verſchiedenen Breiten, verſichern konnten. Wenn die Erde nicht kugelrund iſt, ſo muß die Abmeſſung ihrer Grade, ganz anders geſchehen als auf einer Kugel. Es ſey EPQO (fig. 100) der zuſammengedruckte Umfang der Erde; EDFQ der Umfang eines umſchriebenen Kreiſes, der eben denſelben Durchmeſſer ECQ hat; wenn von dieſem Kreiſe ein Bogen DF genommen wird, der $\frac{1}{360}$ des ganzen Umfanges ſeyn mag oder ein Grad, ſo wird der Winkel DCF auch einen Grad halten; der Bogen GH aber, auf der Erde, iſt das nicht was man einen Grad der Erde nennen kann, ob er gleich zwiſchen den Linien DGC und FHC, die den Winkel von einem Grade im Mittelpunkte der Erde machen, enthalten iſt.

809. Ich werde gleich Anfangs, als einen Satz der Hydroſtatik, der durch Erfahrung und Vernunftſchlüſſe bewieſen iſt, annehmen, daß die Schwere allezeit ſenkrecht nach der Oberfläche der Erde wirkt, ihre Geſtalt mag ſeyn welche es will. Die Waſſerwagen mit der Luftblaſe, deßgleichen die mit Waſſer, und die Schrotwagen, geben allezeit bey dem Waſſerwägen

einerley Beſtimmung; dieſes beweiſet, daß das Bleyloth genau ſenkrecht auf die Oberfläche des Waſſers gerichtet iſt, welches die Oberfläche der Erde bezeichnet, und nothwendig die Geſtalt annimmt, welche die Wirkung der Schwere, der Erde giebt. Die Waſſer des Meeres ſind nothwendig allezeit auf die Richtung der Schwere ſenkrecht geſtellt geweſen; denn den erſten Augenblick da ſie nicht ſo hätten geſtellt ſeyn können, würden ſie nach der Seite abgefloſſen ſeyn, wohin ſich die Schwere würde geneigt haben; ſie würden ſich beſtrebt haben das Gleichgewichte zu ſuchen, welches nicht anders Statt finden kann, als wenn die Schwere ganz genau ſenkrecht auf die Oberfläche des Waſſers gerichtet iſt, und kein ſeitwärts gehendes Beſtreben äußert.

810. Das Bleyloth welches bey unſern Werkzeugen, die Linie des Zeniths zeigt, und auf welches wir die Höhen der Geſtirne vergleichen, iſt demnach rechtwinklicht auf die Oberfläche der Erde; und wenn ein Beobachter in P (fig. 101) zum Beyſpiel, in Paris, einen Stern, als den hellen Stern im Perſeus, durch den Mittagskreis und ganz genau durch das Zenith gehen ſiehet, ſo erblickt er ihn in der Linie BPZ die ſenkrecht auf die Oberfläche der Erde gerichtet iſt, und ihren Fortgang nicht nach den Mittelpunkt C der Erde macht, wofern die Erde nicht vollkommen kugelrund iſt. Ein andrer Beobachter, der ſeinen Stand in A hat, zum Beyſpiel, in Amiens, ſieht einen Stern nach der Linie AS, die wegen der großen Entfernung der Sterne parallel mit PZ iſt; dieſer Stern ſcheint von ſeiner Scheitellinie XAB, um den Winkel SAX abzuſtehen. Wenn nun durch genaue Werkzeuge, die zu ſolchen Beobachtungen gebraucht werden, befunden wird, daß der helle Stern im Perſeus, einen Grad

vom Zenith zu Amiens entfernt, durchgehet, ſo folgt, daß der Winkel SAX einen Grad hält, folglich wird der Winkel PBA, der dem SAX gleich iſt, auch einen Grad enthalten; in dieſem Falle ſagen wir, daß der Bogen AP der Erde, der zwiſchen Paris und Amiens liegt, einen Grad der Erde macht, woraus folgende Erklärung fließt.

811. **Ein Grad** auf dem Sphäroid der Erde (von welcher Art auch ihre Geſtalt ſeyn mag), iſt der Raum, um welchen man auf der Erde weiter fortgehen muß, bis die Scheitellinie ſich um einen Grad verändert hat. Es ſind demnach die Grade, die wir durch Beobachtungen meſſen, die Winkel B, die ihre Scheitel nicht im Mittelpunkte C der Erde haben, ſondern im Punkte des Zuſammenlaufes der Scheitellinien ZPB und XAB, die ſenkrecht auf der Erde in A und in P ſtehen, nämlich an beyden Enden des Grades. Dieſe Art, die Grade zu betrachten und zu meſſen, iſt uns durch die Natur ſelbſt angegeben, wegen des Bleylothes, das bey den Beobachtungen nothwendig gebraucht wird, welches allein, die Abſtände der Sterne vom Zenith zu finden dienen, und folglich die Grade der Erde angeben kann.

812. Aus dieſer Erklärung folgt, daß die Grade, in denen Gegenden, wo die Erde am meiſten zuſammengedruckt iſt, am längſten ſeyn müſſen; denn, je mehr ein Bogen PA (Fig. 102.) Erhebung oder Krümmung hat, da der Winkel F immer für einen Grad angenommen wird, je kürzer wird dieſer Bogen PA ſeyn; wenn wir anſtatt PA, den Bogen PD nehmen, der noch erhabener und krümmer iſt, als PA, da DG parallel mit AF, und der Winkel PGD eben ſowohl von einem Grade iſt, als PFA, ſo wird

dieſer Bogen PD kürzer ſeyn, ob er gleich von eben der Weite iſt, oder auch einen Grad hält; ſeine Länge in Toiſen, wird kleiner ſeyn, als die Länge PA. Auf einer Ellipſe, und auf allen krummen Linien, die ihr ähnlich ſind, iſt die Krümmung am Ende der großen Axe, die größte, und am Ende der kleinen Axe, die kleinſte; wenn demnach die Erde, bey den Polen zuſammengedruckt iſt, ſo muß der Bogen von einem Grade länger ſeyn, und eine deſto größere Anzahl Toiſen enthalten, je näher man dem Pol kömmt, wo die Zuſammendrückung am ſtärkſten iſt.

813. Es war demnach hinreichend, die Länge eines Grades in verſchiedenen Abſtänden von den Polen abzumeſſen, um von der kugelrunden Geſtalt der Erde urtheilen zu können. Dem zufolge erhielt die Akademie im Jahre 1683 den königlichen Befehl, die Mittagslinie von Paris, nach Norden und Süden, vom Weltmeere bis zum Mittelländiſchen Meere fortzuführen; Caſſini gieng in Begleitung der Herren Sedileau, Chazelles, Varin, Deshaies und Pernim gegen Mittag; und de la Hire nebſt Herrn Potenot und le Fevre gegen Norden von Paris. Dieſe Unternehmung hatte ihren Fortgang, bis ſie plötzlich durch das Abſterben des großen Colberts den 6ſten September 1683 unterbrochen wurde.

814. Dieſe Arbeit wurde nicht eher wieder angefangen, als 1700; weil ſie ſich aber nicht außerhalb des Königreiches erſtreckte, und der Unterſchied von einem Grade zum andern ſehr geringe iſt, ſo wurde über die Ungleichheit der Grade bis 1733 geſtritten. De la Condamine ſtellte damals vor, daß alle Schwierigkeiten, auf die ſicherſte Art gehoben werden könnten, wenn ein Grad nahe am Aequator, zum

Bey-

Beyſpiel, in Cayenne abgemeſſen würde; und er erboth ſich ſelbſt, dieſe Arbeit zu unternehmen. Im Jahr 1734 las Herr Godin eine Abhandlung ab, worinnen er die Vortheile vorſtellte, die von einer Reiſe nach dem Aequator zu erwarten wären, die er mit dem Herrn von Fouchy anzutreten erböthig war. Der Staatsminiſter, Herr von Maurepas, bewirkte bey dem Könige die Genehmhaltung der Reiſe, welche die Herren Godin, de la Condamine und Bouguer wirklich unternahmen. Dieſe drey Mitglieder der Akademie reiſeten im Monat May 1735 ab; kurz nach ihrer Abreiſe ſtellte Herr von Maupertuis, dem Grafen von Maurepas vor, daß die Ungleichheit der Grade, und folglich die Geſtalt der Erde, mit weit größerer Genauigkeit beſtimmt werden könnte, wenn auch ein Grad in Norden, ſo weit vom Aequator entfernt, als nur möglich, abgemeſſen würde; die Akademie erhielt auch hierzu die königlichen Befehle, und ernannte zu dieſer Reiſe nach Norden, die Herren von Maupertuis, Clairaut u. a.; ſie giengen 1736 nach Schweden, und kamen gegen das Ende des Winters zu Torneå an.

815. Dieſe Unternehmung wurde mit eben ſo viel Behendigkeit als Sorgfalt ausgeführet; denn am 13ten November des folgenden Jahres 1737, las Herr von Maupertuis in der öffentlichen Verſammlung der Akademie der Wiſſenſchaften eine Abhandlung ab, welche die Nachricht, und den Erfolg dieſer berühmten Reiſe enthielt, ſo wie er 18 Monate vorher die Bewegungsgründe, und den Entwurf hierzu vorgetragen hatte; dieſe Nachricht iſt in ſeinem Buche enthalten, das die Aufſchrift führt: La Figure de la Terre etc., wo zu erſehen iſt, daß ein Grad des

Mittagskreiſes, der den Polarkreis durchſchneidet, 57422 Toiſen ausmacht, und 353 Toiſen länger iſt, als ein Grad um Paris. Dieſe Vermehrung gab nunmehro einen vollſtändigen Beweis von der zuſammengedruckten Geſtalt der Erde.

816. Die drey nach Peru geſandten Mitglieder der Akademie, fanden mehr Schwierigkeiten bey ihrer Abmeſſung, und brachten auch damit längere Zeit zu; erſt im Jahre 1741 erreichte dieſelbe ihre Endſchaft. Sie befanden, daß der erſte Grad des Mittagskreiſes 56750 Toiſen enthielt (Meſure des trois premiers degrés du meridien dans l'hemiſphère Auſtral, etc. par Mr. de la Condamine). Dieſes war eine neue Bekräftigung der Abnahme der Grade, wenn man gegen Mittag gieng, und der Zuſammendrückung, wenn man gegen Norden gieng. Dieſe zuſammengedrückte Geſtalt der Erde (Sphaeroides latum) wird auch durch die Verkürzung der Pendeln bewieſen (805), ferner durch die Geſtalt des Jupiters, an welchem man wahrnimmt, daß die Scheibe deſſelben merklich zuſammengedruckt iſt; außerdem iſt ſie eine Folge von der Umwälzung der Erde um ihre Axe, und der Schwungkraft, durch welche die Theile unter dem Aequator erhoben werden (1010).

817. **Newton** und nach ihm **Maclaurin** und **Clairaut** in der Theorie de la Figure de la Terre, haben bewieſen, daß die Erde, wenn man ihre Theile von gleicher Art und flüßig annimmt, eine elliptiſche und um $\frac{1}{230}$ zuſammengedruckte Geſtalt hat annehmen müſſen; der Unterſchied der Grade, die wir erwähnt haben, iſt etwas beträchtlicher; verſchiedene andre Grade aber, die in Deutſchland, Italien, am Vorgebürge der guten Hoffnung und in Amerika gemeſſen

meſſen worden, geben zu erkennen, daß die Zuſammendrückung nicht viel mehr ausmacht; vielleicht iſt ſie auch wohl geringer, und der P. Boſcovich findet ſie nur von $\frac{1}{311}$, indem er die verſchiedenen Grade in etwas wenigen verbeſſert, um ſie mit einander, nach den Regeln der Wahrſcheinlichkeit, vergleichen zu können.

818. Wenn man die Erde als elliptiſch betrachtet, ſo kann man, aus zween in jeden Breiten gemeſſenen Graden, ihre Zuſammendrückung finden. Wenn N und M für dieſe beyden Grade genommen werden, und s und t die Sinuſſe der geographiſchen Breiten gegen die Mitte dieſer beyden Grade ſind, ſo hat man für den Bruch, der die Zuſammendrückung ausdrückt, $\frac{N-M}{3M(ss - tt)}$ (Mémoir. de l' Acad. 1735). Wenn der Grad M unter dem Aequator ſelbſt gemeſſen worden, ſo iſt $t=0$ und $\frac{N-M}{3Mss}$ die geſuchte Zuſammendrückung. Dieſer Ausdruck giebt zu erkennen, daß in der Hypotheſe der elliptiſchen Geſtalt der Erde, das Zunehmen der Grade, ziemlich genau, wie das Quadrat des Sinus der Breite iſt, denn $N - M$ iſt proportional mit ss, ſo bald der Bruch $\frac{N-M}{3Mss}$ unveränderlich bleibt.

Wenn einer von den Graden M unter dem Aequator liegt, und der andre Grad N ſich ganz genau am Pol befindet, ſo giebt $\frac{N-M}{3M}$ die Zuſammendrückung; folglich iſt der Unterſchied der Durchmeſſer der Erde, nur ein Drittheil des Unterſchieds der Grade; wenn zum Beyſpiel,

 die

die beyden äußerſten Grade, von einander um $\frac{1}{77}$ unterſchieden ſind, ſo werden die Durchmeſſer der Erde nur um $\frac{1}{231}$ unterſchieden ſeyn.

819. Werden nun in dieſe Formel die in Frankreich und Peru gemeſſenen Grade geſetzt, ſo findet de la Condamine daraus, daß die Zuſammendrückung der Erde $\frac{1}{304}$ beträgt; ſetzt er aber dahin den Grad am Polarkreiſe und den in Peru, ſo findet er nur $\frac{1}{218}$. Dieſe Verſchiedenheit, welche die Rechnung giebt, macht glaublich, daß die Erde keine regelmäßig und vollkommen elliptiſche Geſtalt habe, oder daß ſich bey den abgemeſſenen Graden einige Unvollkommenheit finde, oder ſich eine andre Urſache der Ungleichheit eingeſchlichen, ohne welches man, aus dieſen zwo verſchiedenen Vergleichungen einerley Beſtimmung der Zuſammendrückung haben müßte; der P. Boſcovich hat daraus geſchloſſen, daß der Grad in Norden um etwas zu groß ſey.

820. Wenn man die Größe der Zuſammendrückung gefunden hat, ſo iſt der Winkel der Scheitellinie mit dem Halbmeſſer der Erde, unter jeder Breite leicht zu berechnen. Wir wollen die halbe kleine Axe CF (Fig. 101.) = 1 ſetzen, die halbe große Axe = $1 + \beta$, der Buchſtabe β drückt den Bruch der Zuſammendrückung aus: das Quadrat von $1 + \beta$ wird ſeyn $1 + 2\beta$, denn wegen der Kleinigkeit von β, kann das Glied β^2 weggelaſſen werden; es ſey die Abſciſſe CM = x, die Subnormallinie MK

iſt $= x . \frac{1}{1 + 2\beta}$ aus den Eigenſchaften der Ellipſe $=$ $x(1 - 2\beta)$, indem man auch die folgenden Glieder wegläßt; daher iſt $CK = 2\beta x = 2\beta$ Coſin. der Breite. Die kleine ſenkrechte Linie KD, die auf CO gefället iſt, $=$ CK. Sin. KCD $=$ CK. Sin. der Breite $= 2\beta$ Coſin.

ſin. der Breite. Sin. der Breite = β Sin. 2 Breite, und der Sinus des Winkels KOD = $\frac{DK}{DO}$ oder $\frac{DK}{CO}$ = β Sin. 2 Breite. Wir nehmen OD an, als ſcheinbar mit der kleinen Axe gleich, denn ſie iſt nur davon um eine Größe unterſchieden, die keine merkliche Veränderung in dieſer Formel machen würde. Auf ſolche Art kann der zweete Abſchnitt der folgenden Tafel, oder die Winkel wie COK berechnet werden, die durch den Halbmeſſer CO, und die Scheitellinie OK entſtehen, welche ſenkrecht auf die Oberfläche iſt, da $\frac{1}{230}$ für die Zuſammendrückung geſetzt wird.

821. Aus eben denſelben Gründen, wird bewieſen, daß nach der Hypotheſe der elliptiſchen Geſtalt der Erde, die Theile, um welche die Halbmeſſer der Erde, größer ſind, als die kleine Axe, ſich wie die Quadrate der Sinuſſe der Breiten verhalten; daß, zum Beyſpiel, OA (Fig. 100.) ſich verhält zu KM, wie das Quadrat des Sinustotus zum Quadrate des Sinus des Bogens EL, wenn hierbey beſtändig angenommen wird, daß die Unterſchiede der Grade äußerſt klein ſind. Denn nach der Eigenſchaft der Ellipſe iſt OA : KL :: CA : BL oder β : KL :: 1 : Sin. der Breite; daher KL = β Sin. der Breite, wegen der ähnlichen Dreyecke aber, BKC, und MKL, iſt KL : KM :: CK : BK, oder β Sin. der Breite: KM :: 1 : Sin. der Breite. Daher iſt KM = β. (Sin. der Breite)^2, das iſt, der Unterſchied zwiſchen den Halbmeſſer des Aequators, und den Halbmeſſer CK für eine gegebene Breite, iſt, gleich der Zuſammmendrückung multiplicirt durch das Quadrat des Sinus der Breite. Nach dieſem Satze ſind die Zahlen der beygeſetzten Tafel berechnet worden, welche die Vermehrung der Mondparallaxe in verſchiedenen

nen Breiten enthält, die von der Ungleichheit der Halbmeſſer CE, CP abhangen. Wenn demnach die Horizontalparallaxe des Mondes unter dem Pol, die CP zur Grundlinie hat, von 60′ 0″, oder von 3600″ angenommen wird, ſo erſiehet man aus dieſer Tafel, daß in der Breite von 50°, noch 6″½ hierzu addirt werden müſſen, um die Parallaxe zu erhalten, die dem Halbmeſſer CG unter dieſer Breite zukömmt, und der Winkel der Scheitellinie mit dem Halbmeſſer der Erde unter dieſer Breite iſt von 14′ 44″. Man bedient ſich dieſes Winkels, zu Verbeſſerung der beobachteten Weiten vom Zenith, und ſie durch Reduction auf den Mittelpunkt der Erde zu bringen.

Breite.	Winkel der Scheitellinie.		Zunahme der Parallaxe.
°	′	″	″
0	0	0	15, 8
10	5	6	15, 3
20	9	36	13, 9
30	12	58	11, 8
40	14	44	9, 2
42	14	52	8, 7
44	14	58	8, 2
46	14	58	7, 6
48	14	52	7, 0
50	14	44	6, 5
55	14	4	5, 2
60	12	58	4, 0
65	11	26	2, 8
70	9	36	1, 9
80	5	6	0, 5
90	0	0	0, 0

822. Bey

822. Bey dem Zuwachs der Grade, wenn man vom Aequator nach den Polen zu gehet, ſind einige Ungleichheiten bemerket worden, die vielleicht mehr von den beſondern Umſtänden der Gegenden, als von der unordentlichen Geſtalt der Erde herrühren: ſo findet man zum Beyſpiel, daß der in Italien gemeſſene Grad kleiner, und der am Vorgebürge der guten Hoffnung größer iſt, als er nach dem Geſetze ſeyn ſollte, das durch die drey, unter dem Aequator, in Frankreich, und am Polarkreiſe abgemeſſenen Grade, feſtgeſtellet worden; ein Theil dieſer Verſchiedenheit kann aber auch von der ſeitwärts gehenden anziehenden Kraft der Berge auf das Bleyloth, entſtehen. Aus den Beobachtungen, die **Bouguer** und **la Condamine** 1737 in Peru mit größter Sorgfalt, nahe an dem Berge **Chimboraço** angeſtellet haben, zeigt ſich, daß das Bleyloth durch die Maße dieſes Berges um 8″ abgelenket worden war. Aehnliche Wirkungen hat man in den Pyrenäiſchen Gebürgen, und bey den Alpen, auch am Apenniniſchen Gebürge erfahren.

823. Wenn man die Geſtalt der Erde als elliptiſch annimmt, und auf beyde Durchmeſſer der Erde ein Sphäroid beſchreibt, davon ein Durchmeſſer 6562024 Toiſen, oder $2874\frac{2}{7}$ Meilen, der andre aber 6525376 Toiſen, oder $2858\frac{2}{7}$ Meilen enthält, ſo wird deſſelben körperlicher Inhalt von 12366044000 Cubikmeilen ſeyn, die Oberfläche dieſes Sphäroids würde 25858089 Quadratmeilen enthalten, aus welchen der Flächeninhalt jedes Erdgürtels geſchloſſen werden kann (139).

Um

Um ſich einen Begriff von der Maße oder dem völligen Gewichte der Erde zu machen, müſſen wir annehmen, daß ſie inwendig aus einer Materie beſtehe, die ohngefähr mit dem Thone gleichförmig iſt, deſſen Cubikfuß, ohngefähr 140 Pfunde wiegt; die Cubiktoiſe wird wägen 30240 Pfunde, die Cubikmeile 359775200 000 000, und das Gewichte des ganzen Erdkörpers wird ſeyn 4448994 000000 000000 000000 Pfunde, dieſe Zahl beſteht aus 25 Ziffern. Wenn man die Rechnung ſo weit treiben wollte, auch die Anzahl der Sandkörner anzugeben, aus welchen dieſe Maße beſtehet, da jedes Sandkorn, das noch merklich iſt, nicht weniger als ein Zwanzigtheil der Linie haben kann, ſo würde man finden, daß überhaupt in der ganzen Maſſe der Erdkugel ſeyn würden 759121200 000000 000000 000000 000000 Sandkörner; eine Zahl, die 33 Ziffern enthält.

824. Das Abſinken der wahren Horizontallinie von der ſcheinbaren, iſt die bekannteſte Wirkung der Krümmung der Erde. Wenn die Linie A H (Fig. 92.) horizontal iſt, und in einer Entfernung A O ein Berg O H ſteht, ſo wird man vom Punkte A nur die Spitze H des Berges, in der Horizontallinie A H erblicken, und O H iſt das Abſinken der wahren Horizontallinie in Vergleichung auf die ſcheinbare H. Der Abfall O H, oder die Weite C H ſind leicht zu berechnen, weil man den Halbmeſſer C A der Erde, und den Bogen A O des Erdumfanges, oder den Winkel A C O kennt. Dieſe Krümmung O H beträgt einen Fuß in der Weite von 1050 Toiſen, oder, welches leichter zu behalten iſt, ſie macht für

für eine Meile eine Elle aus (3 Fuß 8 Zoll für 2000 Toiſen), ſie nimmt aber zu, in Verhältniß des Quadrats der Entfernungen (988), und bey 4000 Toiſen macht ſie 14 Fuß 8 Zolle. Dadurch wird die Weite des ſcheinbaren Horizontes beſtimmt (12), wenigſtens auf dem offenen Meere; denn wenn der Beobachter in H ſteht, ſo berührt die Linie HA das Meer am Ende des ſcheinbaren Horizontes; und er nimmt ſeine Verſchiedenheit von der Verhältniß der Höhe OH.

Neuntes Buch.

Von den Nebenplaneten des Jupiters und Saturns

Die Nebenplaneten oder Trabanten des Jupiters, ſind vier kleine Planeten, die um den Jupiter laufen, wie wir es in der 42ſten Figur angezeigt haben; Galilei nennte ſie Medicea ſidera; Hevel gab ihnen die Namen Circulatores Iouis, Iouis Comites: ſie dienen den Sternkündigern beſtändig, zu Beſtimmung der Unterſchiede der Längen, zwiſchen den verſchiedenen Oertern der Erde (54); es war dahero viel daran gelegen, eine ſichere und genaue Theorie ihrer Bewegungen zu haben, und viele Sternkündiger haben mit dem größten Fleiße darinnen gearbeitet.

825. Die vier Nebenplaneten des Jupiters ſind vom Galilei den 7ten Januar 1610 entdeckt worden, kurze Zeit, nachdem die Fernröhre bekannt geworden; Simon Marius behauptete ſie ſchon im vorhergehenden Monate November wahrgenommen zu haben; Gaſſendi verſichert in dem Leben des Peireſc, daß dieſer einer von den erſten geweſen nach Galilei und Reineri, der zugleich mit dem Morin die Bewegungen der Nebenplaneten in Tafeln zu bringen, unternommen habe. Man erhielt aber erſt 1668 von Caſſini etwas genaue Tafeln von den Nebenplaneten. Die Tafeln, der wir uns heut zu Tage zu Berechnung der Finſterniſſe der Jupiterstrabanten bedienen, ſind von

Herrn

Herrn Wargentin, er hatte davon die erſte Ausgabe 1746 in die Upſaliſchen Abhandlungen einrücken laſſen: ſeine neuen Tafeln aber finden ſich in meiner Aſtronomie.

826. Die erſte Sache, die bey Verfertigung der Tafeln gemacht werden muß, iſt die Beſtimmung der Umlaufszeiten; hierzu könnte man gelangen, wenn der Zeitpunkt vielmals beobachtet würde, da jeder Nebenplanete, von der Erde geſehen in Conjunction erſcheint, wenn dieſe nur auch eben dieſelbe Conjunction iſt, die aus der Sonne geſehen würde; man muß dahero zu Beſtimmung dieſer Umläufe, diejenigen Conjunctionen der Nebenplaneten erwählen, die ſich ereignen, wenn Jupiter in Oppoſition iſt; denn wenn alsdenn der Nebenplanete über oder unter der Scheibe des Jupiters weggehet, ſo iſt der Zeitpunkt, da derſelbe mit dem Mittelpunkte des Jupiters übereinkömmt, derjenige, in welchen die Conjunction geſchiehet, aus der Sonne und von der Erde geſehen. Durch die Verfinſterungen erhält man auch ein noch leichteres und bequemeres Mittel, die aus der Sonne geſehenen Conjunctionen zu finden; denn wenn ein Nebenplanete, ſich mitten in dem Schatten befindet, den Jupiter hinten auf ihn wirft, ſo iſt offenbar, daß der Nebenplanete mit dem Jupiter in Conjunction iſt, weil er in der Linie ſteht, die von der Sonne zum Jupiter geht. Der Zeitraum von einer Verfinſterung zur andern, iſt die Dauer eines ſynodiſchen Umlaufes (577), nämlich eines Umlaufes in Anſehung der Sonne; und dieſe ſind faſt die einzigen Umläufe, die gebraucht werden. Man bemüht ſich hierbey, lange vorher geſchehene Conjunctionen, mit einander in Vergleichung zu ſtellen, um die Ungleich-

heiten

heiten der Nebenplaneten, und des Jupiters, auch die bey den Beobachtungen unvermeidlichen Fehler beſſer gegen einander aufheben zu können; im 860ſten Artikel ſind die mit der größten Sorgfalt berechneten Umlaufszeiten, zu finden, ſo wie ſie Herr Wargentin aus den neueſten Beobachtungen beſtimmt hat.

827. **Der periodiſche Umlauf** iſt die Wiederkunft eines Nebenplaneten zu eben demſelben Punkte ſeiner Bahn, oder zu eben demſelben Punkte am Himmel vom Jupiter geſehen, nachdem er 360° vollendet hat; dieſer periodiſche Umlauf iſt etwas kürzer, als der ſynodiſche Umlauf; denn jener würde ihn nicht wieder bis zum Schatten des Jupiters bringen, weil Jupiter ſelbſt während der Zeit, um eine gewiſſe Weite in ſeiner Bahn fortgegangen iſt, völlig eben ſo, wie wir es bey dem Monde erkläret haben (557). Wir werden hier nur von den ſynodiſchen Umläufen reden; dieſe ſind die einzigen, die wir unmittelbar beobachten können, und diejenigen, von welchen die Verfinſterungen abhangen, die heut zu Tage die einzigen Gegenſtände der Beobachtungen ſind; unterdeſſen kann man in der Tafel der Elemente (860), die periodiſchen Umlaufszeiten der vier Nebenplaneten in Anſehung der Nachtgleichen finden. Die periodiſchen Umlaufszeiten, vermittelſt der beobachteten ſynodiſchen Umläufe zu finden, muß folgende Proportion genommen werden; 360° nebſt der Bewegung des Jupiters während eines ſynodiſchen Umlaufes, verhalten ſich zur Dauer dieſes beobachteten ſynodiſchen Umlaufes, wie 360° allein, zu der Dauer des periodiſchen Umlaufes.

828. Wenn man die Umlaufszeiten der Nebenplaneten kennt, ſo muß man auch ihre Weiten vom

Mittel-

Mittelpunkte des Jupiters zu erfahren bemüht ſeyn, indem man ſie zur Zeit ihrer größten Entfernung mit einem Mikrometer abmißt; es iſt ſogar zureichend, nur den Abſtand eines einzigen zu meſſen, die Weiten der übrigen können hernach leichtlich durch die beſtändige Verhältniß berechnet werden, die zwiſchen den Quadraten der Umlaufszeiten, und den Würfeln der Entfernungen Statt findet (830).

Solchergeſtalt ſind die Entfernungen oder Elongationen gefunden worden, wie ſie in der Tafel des 860ſten Artikels angegeben ſind. Die vom vierten Nebenplaneten iſt durch Herrn Pound von 8′ 16″ gefunden worden, mit einem Mikrometer, das an einem Fernrohre von 15 Fuß angebracht war, und die Entfernung des dritten Trabantens von 4′ 42″ durch ein Fernrohr von 123 Fuß. Die beyden übrigen ſind durch Rechnung von 2′ 56″ 47‴ und 1′ 51″ 6‴ beſtimmt worden. (Newton, Libr. III.).

Weil es bequemer iſt, dieſe Weiten in Halbmeſſern des Jupiters, und in Hunderttheilen deſſelben auszudrücken, ſo hat man auch dieſe Einrichtung beybehalten; in der Tafel der Elemente (866) finden ſich dieſe Weiten, ſo wie ſie von Caſſini beſtimmt worden; zum Beyſpiel, die Weite des erſten Trabanten iſt 5,67, das iſt, 5 Halbmeſſer des Jupiters und 67 Hunderttheile, oder zwey Drittheile. Hieraus würden ſich leicht ihre wahren Weiten finden laſſen, denn der Durchmeſſer des Jupiters iſt ohngefähr eilfmal größer, als der Durchmeſſer der Erde. Man dürfte dahero nur die Weiten, die wir in Halbmeſſern des Jupiters angeben durch 11 multipliciren, um ſie nach Halbmeſſern der Erde zu haben, oder durch 16132, um ſie in Meilen zu haben.

829. Der Durchmeſſer des Jupiters, aus dem Mittelpunkte der Sonne geſehen, in ſeinen mittlern Weiten von der Sonne, oder von der Erde geſehen, in ſeinen mittlern Weiten von der Erde beträgt 37″$\frac{1}{4}$, der Halbmeſſer iſt demnach 18″$\frac{5}{8}$ wenn man dieſe Größe, durch die in Halbmeſſern des Jupiters ausgedrückten Weiten multiplicirt, ſo erhält man eben dieſelben Weiten in Minuten und Secunden, ſo wie man ſie beobachtet, wenn Jupiter in ſeinen mittlern Weiten von der Erde ſteht, ſie können aber hernach um ein Fünftheil wachſen oder abnehmen, wegen der Entfernung Jupiters, die in Anſehung der Erde größer oder kleiner iſt. Die Weiten der Nebenplaneten in Minuten und Secunden, können dienen, einen Vergleich zwiſchen den Weiten dieſer Nebenplaneten, und den Weiten der Hauptplaneten von der Sonne anzuſtellen; man wollte zum Beyſpiel, die Weite der Venus von der Sonne zur Einheit, oder zum gemeinſchaftlichen Maaßſtabe annehmen, und verlangte den Abſtand des vierten Trabantens in Vergleichung auf den Mittelpunkt des Jupiters zu wiſſen; ſo muß folgende Proportion gemacht werden: die Weite der Venus von der Sonne 723 (Art. 450), verhält ſich zu der Weite des Jupiters, wie 1 zu 7,1903, Weite des Jupiters von der Sonne; ferner ſetzt man, der Halbmeſſer verhält ſich zum Sinus von 8′ 16″ Elongation des Trabanten, wie 7,1903 zu 0,01729 Abſtand des Trabanten, in Theilen des Abſtandes der Venus; unter dieſer Form werden wir davon unten Gebrauch machen (1020).

830. Wenn man die Weiten der Nebenplaneten, mit der Dauer ihrer periodiſchen Umläufe vergleicht, ſo ſiehet man bald, daß Keplers Geſetz (469) bey ihnen

nen eben ſowohl beobachtet wird, als bey den Hauptplaneten. Denn wenn man das Quadrat von 1 Tag 18 St. 28′ und das Quadrat von 16 T. 16 St. 32′ nimmt, oder noch genauer die periodiſchen Zeiten des erſten und des vierten Nebenplaneten, in Vergleichung auf die Fixſterne; und wenn man gleichfalls die Würfel ihrer Weiten, 5,67 und 25,30 nimmt, ſo finden ſich (wenn nur die erſten Ziffern behalten werden) die Zahlen 6642; 5775; 1820; 1619, die wirklich in Proportion ſtehen.

831. Wenn die Umlaufszeiten der Nebenplaneten nach und nach addiret werden, bis ihre Summen zu gleichen Zahlen aufſteigen, ſo finden ſich ohngefähr folgende Perioden:

247	Umläufe des	I	machen	437 Tag.	3 St.	44′
123	— —	II	—	437 —	3 —	42
61	— —	III	—	437 —	3 —	36
26	— —	IV	—	435 —	14 —	16

832. In dem Zeitraume von 437 Tagen, kommen demnach, die drey erſten Nebenplaneten, wieder mit einander in eben dieſelbe Stellung, bis auf 8′ ohngefähr; dieſe Periode wird uns brauchbar ſeyn, wenn wir von den wechſelsweiſen erfolgenden Anziehungen der Nebenplaneten reden werden (845), und von den Ungleichheiten, die daraus, vornehmlich bey den drey erſten, entſtehen.

Von den Ungleichheiten der Nebenplaneten

833. Die größte Ungleichheit, die in den Umläufen der Nebenplaneten, in Vergleichung auf die Scheibe des Jupiters, wahrgenommen worden, iſt

diejenige, welche die jährliche Parallaxe hervorbringt (441); es ſey S die Sonne (Fig. 103.), I der Mittelpunkt des Jupiters, B ein Nebenplanet in Conjunction, in der Linie der Mittelpunkte, oder in der Axe des Schattens, T der Ort der Erde, TIG die Linie von der Erde durch den Mittelpunkt des Jupiters; der Winkel TIS, der dem Winkel BIG gleich iſt, iſt die jährliche Parallaxe des Jupiters, die auf 12° ſteigen kann; es muß alsdenn der Nebenplanet von B in G kommen, und 12° ſeiner Bahn durchlaufen, damit er uns in der Linie TIG in Conjunction erſcheint, obgleich ſeine wahre Conjunction im Punkte B geſchehen iſt; dieſe 12° machen in Zeit, für den erſten Nebenplaneten 1 St. 25′; und 2 St. 50′; 5 St. 44′; 13 St. 24′ für die übrigen; ſo iſt die Ungleichheit beſchaffen, die ſich bey den Umläufen der Nebenplaneten findet, oder bey ihren von der Erde beobachteten Wiederkünften, wenn man ſie mit der ſcheinbaren Scheibe des Jupiters vergleicht, und die Durchgänge der Nebenplaneten durch dieſe Scheibe beobachtet; wenn man ſich aber der Verfinſterungen bedient, um die Umläufe zu erkennen, ſo iſt man dieſer Ungleichheit nicht ausgeſetzt.

834. Wir wollen nunmehro zu den Ungleichheiten ſchreiten, die in Anſehung der Linie der Mittelpunkte SIB Statt finden, und welche die Wiederkünfte der Nebenplaneten zu ihren Conjunctionen, und die Zwiſchenräume der Verfinſterungen betreffen. Wir haben bey der Beſtimmung der Perioden (826) vorausgeſetzt, daß man einen genugſam großen Zeitraum genommen habe, damit die Ungleichheiten ſich vertheilen und aufheben; wenn man bey der Unterſuchung der Umlaufszeiten, oder der mittlern Bewegungen,

nur den Zeitraum von einem einzigen Umlaufe eines Nebenplaneten nähme, ſo würde der Schluß durch die Ungleichheiten ſowohl des Jupiters, als des Nebenplaneten unrichtig gemacht werden; vergleicht man aber weit von einander entfernte Beobachtungen einer ganzen Periode des Jupiters, oder verſchiedener, nämlich von 12, von 24 Jahren u. ſ. f. ſo wird ſich alles das aufheben, und man wird die mittlere Bewegung genau gefunden haben, nur die Ungleichheit der Wiederkünfte hierbey nicht mit begriffen; man gelangt hernach zu Erkenntniß dieſer Gleichungen, durch Gegeneinanderhaltung der Zeiträume verſchiedener Verfinſterungen; weil dieſe Zwiſchenräume nicht anders von einander unterſchieden ſind, als eben durch die Ungleichheit, von welcher hier die Rede iſt.

835. Die größte Ungleichheit, die ſich bey den Wiederkünften der Conjunctionen und der Verfinſterungen findet, iſt die, welche von der Ungleichheit der Bewegung des Jupiters herkommt; denn der Unterſchied zwiſchen der Wiederkunft einer Conjunction und einem völligen periodiſchen Umlaufe des Nebenplaneten, hangt von der aus der Sonne geſehenen Bewegung des Jupiters in dieſem Zeitraume, ab, oder von dem Bogen, welchen der Nebenplanet durchlaufen muß, um wieder zu ſeiner Conjunction mit der Sonne zu kommen; dieſe Bewegung iſt nicht ordentlich, folglich werden die Verfinſterungen hierdurch alleine, ſich nicht wieder in gleichen Zeiträumen einſtellen. Der Zeitraum zwiſchen zwo Verfinſterungen, iſt einem Umlaufe des Nebenplaneten gleich, nebſt der Zeit, die er anwenden muß, um den Schatten Jupiters wieder zu erreichen, der zwar eben ſo wie Jupiter ſelbſt fortgegangen iſt, aber ungleichförmig; weil aber

die Gleichung des Jupiters 5° 34′ beträgt, und bald addirt, bald ſubtrahirt wird, ſo kann die Summe aller kleinen Zeiträume, um welche jeder ſynodiſcher Umlauf, jeden periodiſchen überſteigt, einen Unterſchied von 11° zwiſchen zwo Beobachtungen ausmachen.

836. In der 104ten Figur ſey ABP die Bahn des Jupiters, S die Sonne, F der obere Brennpunkt der Ellipſe, um welchen die Bewegung des Jupiters ſcheinbar gleichförmig iſt (495); wir wollen nunmehro einen Nebenplaneten annehmen, der in einer Periode des Jupiters, eine völlige Anzahl periodiſche Umläufe vollendet; Jupiter mag den vierten Theil ſeines Umlaufes in Zeit, vollbracht haben, oder der Winkel AFB, der die mittlere Anomalie ausdrückt, ſey von 90°; ſo muß der Nebenplanet auch den vierten Theil ſeiner periodiſchen Umläufe, die er während einer Periode des Jupiters machen kann, zu Ende gebracht haben, und in den Punkt H gekommen ſeyn, der am Himmel mit eben demſelben Punkte zuſammentrifft, als der mittlere Ort des Jupiters; es wird aber der Nebenplanet in K, wo die Conjunction mit dem Jupiter geſchiehet, lange Zeit vorher angekommen, und verfinſtert worden ſeyn, ehe er hat in H gelangen können; der Unterſchied KH mißt den Winkel KBH, der dem Winkel FBS gleich iſt, welcher die Gleichung des Mittelpunkts des Jupiters nämlich 5° 34′ iſt, und der erſte Nebenplanet braucht 0 St. 39′ 25″ um die 5° 34′ ſeiner Bahn zu durchlaufen; folglich müſſen die Verfinſterungen, die man beobachtet, am Ende von drey Jahren, 39′ 25″ eher erfolgen; und ſechs Jahre darnach, wenn Jupiter in dem entgegengeſetzten Theile ſeiner Bahn ſeyn wird, werden ſie um eben ſo viel ſpäter eintreten.

837. Zu Beſtimmung der Größe dieſer Gleichung, in jeder Bahn der Nebenplaneten, wird folgende Proportion gemacht: 360° verhalten ſich zu der Dauer des ſynodiſchen Umlaufes, wie 5° 34′ 1″ zu dem vierten Gliede, das 39′ 22″; 1 St. 19′ 13″; 2 St. 39′ 42″; und 6 St. 12′ 59″ gefunden wird. Darinnen beſtehet der Grund der größten Ungleichheit der Conjunctionen, und Verfinſterungen der Nebenplaneten.

Die Ungleichheit, welche von der Eccentricität des Jupiters herkommt, und jetzt erkläret werden ſoll, war die erſte, die Caſſini in ſeinen Tafeln, zu Berechnung der Verfinſterungen anbrachte; er bemerkte aber bald, daß ſie zu Erklärung aller Verſchiedenheiten, die zwiſchen den Wiederkünften der Verfinſterungen beobachtet werden, nicht zureichend wäre. Er wandte in ſeinen Ephemeriden alsbald, gewiſſe aus Erfahrungen bekannt gewordene Gleichungen an, ſolche nämlich, die ihm die Beobachtung angab, ohne davon weder das Geſetz noch den Grund zu kennen; und wir brauchen noch, ſo zu ſagen, ähnliche derſelben (846).

838. Die erſte Ungleichheit, deren wahre Urſache erkannt worden, iſt die, welche von der allmähligen Fortpflanzung des Lichtes (propagatio lucis ſucceſſiua) herkommt. Es ſey S (Fig. 104.) die Sonne; ABP die Bahn des Jupiters, TVR die Erdbahn, deren Durchmeſſer von 69 Millionen Meilen iſt; das Licht, welches Jupiter auf uns zurückwirft, iſt ein Körper, deſſen Eindruck bis zu uns kommen muß, wenn uns Jupiter und ſeine Trabanten ſichtbar werden ſollen; die Bewegung dieſes Kör-

pers kann nicht von unendlicher Geſchwindigkeit ſeyn, er muß eine gewiſſe Zeit haben, um von T in R zu kommen; wenn demnach die Erde in T iſt, und Jupiter in Oppoſition, ſo kommt ſein Licht eher in unſre Augen, als wenn die Erde in R iſt, da ſich Jupiter ſeiner Conjunction nähert; man beobachtete auch wirklich, daß die Verfinſterungen der Trabanten ohngefähr eine Viertheilſtunde ſpäter erfolgten, wenn die Erde in der Gegend von R, als wenn ſie in T war.

839. Wir leſen in der Geſchichte der Akademie, daß Caſſini den 22ſten Auguſt 1675, eine kleine Schrift bekannt machte, in welcher er die Stellungen der Jupiterstrabanten anzeigte, und daß er darinnen von der allmähligen Fortpflanzung des Lichtes ſprach, über welche Römer ſeine Abhandlung den folgenden 22ſten November in der Akademie vorlas: Caſſini ſagt folgendes hiervon.

„Herr Römer gab eine ſehr ſinnreiche Erklä„rung von einer von den Ungleichheiten, die er eini„ge Jahre hindurch, am erſten Nebenplaneten des Ju„piters beobachtet hatte, durch die allmählige Fort„pflanzung des Lichtes, welches mehr Zeit braucht, „vom Jupiter zur Erde zu kommen, wenn er von „ihr weiter entfernt iſt, als wenn er ihr näher ſte„het; er unterſuchte aber nicht, ob dieſe Hypotheſe „ſich auch bey den übrigen Nebenplaneten anbrin„gen ließe, welche eine ebenmäßige Ungleichheit „der Zeit erfodern würden: es iſt mir oft vor„gefallen, da ich die Epochen der Nebenplaneten „in den Oppoſitionen mit der Sonne, wo die ſynodi„ſchen Ungleichheiten wegfallen müſſen, feſtgeſtellet

„hatte,

„hatte, und ſie mit einander zu Erhaltung der mitt„lern Bewegung verglichen hatte, indem ich nach die„ſen Epochen, und nach dieſer mittlern Bewegung, die „Verfinſterungen berechnete, die ſich in einem oder „dem andern Viertheile (quadratura) des Jupiters mit „der Sonne ereignet hatten, daß die auf die Zeiten die„ſer Viertheile berechnete mittlere Bewegung, um ei„nen ganzen Grad oder etwas mehr, von der wahren „durch unmittelbare Beobachtungen gefundenen Be„wegung, verſchieden, befunden wurde; dergeſtalt, „daß die Nebenplaneten in den Viertheilen ohngefähr „einen Grad abzuziehende Gleichung, in Anſehung der „durch die Oppoſitionen feſtgeſtellten Bewegung, er„forderten, woraus man ſchließen konnte, daß dieſe „Gleichung, in den Conjunctionen, verdoppelt ſeyn „würde.„

840. Dieſe Ungleichheit iſt vornehmlich bey den erſten Nebenplaneten ſehr merklich, weil aber die Entdeckung der Abirrung (782), die allmählige Fortpflanzung des Lichtes unwiederſprechlich bewieſen hat, ſo hat man erkannt, daß dieſe Gleichung allen vier Nebenplaneten gemein ſeyn muß. Maraldi fand 1741 daß vermittelſt dieſer Gleichung, die Tafeln des 3ten ſehr nahe zur Uebereinſtimmung mit der Beobachtung gebracht wurden, und Hr. Wargentin verſicherte ſich von dieſer Gleichung des Lichtes, durch Gegeneinanderhaltung einer großen Anzahl von Beobachtungen.

841. Die Geſchwindigkeit, mit welcher die Lichtſtrahlen, von der Sonne bis zu unſern Augen kommen, iſt ſo beſchaffen, daß während eben derſelben Zeit, die Erde in ihrer Bahn einen Bogen von 20″ durchläuft (787); es beſchreibt aber die Erde einen ſolchen Bogen von 20″ ohngefähr in 0 St. 8′ 7″$\frac{1}{3}$ Zeit; folglich braucht das Licht

8′ Zeit von der Sonne zur Erde zu kommen. Wenn die Erde in R iſt, und Jupiter in Conjunction mit der Sonne, nämlich in A, ſo wird das Licht 16′ 15″ mehr Zeit nöthig haben um bis zu uns zu kommen, als es nöthig hatte da die Erde in T, und Jupiter in Oppoſition im Punkte A war; es werden dahero die Verfinſterungen der Nebenplaneten 16′ 15″ ſpäter in den Conjunctionen erfolgen, als in den Oppoſitionen, und ſo nach Verhältniß in den übrigen Zeiten; dieſes iſt der Gegenſtand der vornehmſten Gleichung des Lichtes.

842. Bis anher iſt angenommen worden, daß Jupiter ſich in ſeinen mittlern Weiten befindet; es iſt aber Jupiter wegen der Eccentricität ſeiner Bahn, bisweilen mehr, bisweilen weniger von der Sonne entfernt, und der Unterſchied der Entfernungen, iſt manchmal der Hälfte von SR gleich; ſo daß 4′ 5″ mehr ſind, wenn Jupiter in Conjunction oder in Oppoſition und zu gleicher Zeit in der Sonnenferne iſt, als wenn er in der Sonnennähe iſt; dieſe kleine Gleichung des Lichtes hangt von der Anomalie des Jupiters ab.

843. Die große Gleichung, die durch die Eccentricität des Jupiters veranlaßet wird (835), und die beyden Gleichungen des Lichtes, ſind Urſachen der Ungleichheiten die allen Nebenplaneten gemein ſind; es giebt aber noch andre beſondre Gleichungen, die jedem von ihnen eigentlich zukommen; ſie ſind aus Beobachtungen erkannt worden; man hat ihre Größen bis auf etliche Minuten beſtimmt, ohne davon die Urſache vollkommen einzuſehen, und man bringt eine von dieſen durch bloße Beobachtung gefundenen Gleichungen bey jedem von den vier Nebenplaneten an: nämlich $3'\frac{1}{2}$ für den 1ſten, $16'\frac{1}{2}$ für den 2ten, 8′ für den 3ten, und 1 St. 0′ für den 4ten.

844. Die

844. Die Art, dieſe beſondern Gleichungen bey jedem Nebenplaneten zu beſtimmen, beſteht vornehmlich darinnen, daß viele Beobachtungen mit denen aus den Tafeln gemachten Rechnungen verglichen werden, in welchen die vorhergehenden Ungleichheiten angebracht worden: weil alsdenn der Unterſchied zwiſchen der Rechnung und der Beobachtung, die Gleichung giebt die geſucht wird; wenn dieſe Gegeneinanderhaltung zu vielfältigen malen gemacht worden, ſo wird man dadurch in Stand geſetzt, eine Tafel der Ungleichheit zu verfertigen, und die Periode derſelben zu überſehen.

845. Die Gleichung des erſten Nebenplaneten, iſt von 3′ 30″ Zeit, mehr oder weniger, welches mit einem halben Grade ſeiner Bahn übereinkommt; **Bradley** bemerkte 1719 daß in den Jahren 1682, 1695, und 1708 das iſt, ohngefähr alle 12 Jahre, die Verfinſterungen des erſten Nebenplaneten, ohngefähr 2 St. 20′ dauerten, dahingegen im andern Knoten in den Jahren 1677 und 1689, dieſelben nur 2 St. 14′ dauerten; dieſer Unterſchied ſchien zu erkennen zu geben, daß im erſten Falle der Nebenplanet eine langſamere Bewegung gehabt, und ſich folglich in größerer Entfernung befunden habe, welches eine Eccentricität in ſeiner Bahn anzeigte; unterdeſſen betrachtete **Bradley** die anziehende Kraft der Nebenplaneten als die hauptſächliche Urſache dieſer Ungleichheit, und er eignete der Periode 437 Tage zu (Philoſ. Tranſact. 1726). **Wargentin** beſtimmte aus den Beobachtungen, das Geſetz, und die Größe dieſer Gleichung des erſten Trabanten, und rückte ſie in ſeine erſten, 1746 bekannt gemachten Tafeln mit ein; wodurch dieſe einen ſehr großen Grad der Genauigkeit erhielten.

Seit der Zeit, hat man erkannt, daß alle merkliche Ungleichheiten des erſten Trabanten, der Wirkung des zweeten beyzumeſſen ſind, daß von allen aber die beträchtlichſte wirklich von 3′ 30″ Zeit iſt, wie Hr. Wargentin, mit einer Periode von 437 Tagen gefunden hat.

846. Der zweete Nebenplanet iſt von allen derjenige bey welchem die größten Ungleichheiten vorfallen; die Eccentricität ſeiner Bahn kann zwar etwas hierzu beytragen; unterdeſſen tritt man der Beobachtung ſehr nahe, bloß durch die Gleichung von 16′½, deren Periode von 437 Tagen und 20 St. iſt, und welche von der anziehenden Kraft des erſten und dritten Trabanten herzukommen ſcheint. Bradley zeigte zu erſt die Periode von 437 Tagen an, und verſicherte, daß dieſe die Fehler der Tafeln, ziemlich genau wieder in eben dieſelbe Ordnung brächte. Er fügte aber doch noch bey, daß die letztern Beobachtungen noch eine Eccentricität in dieſer Bahn anzeigten.

Der dritte Nebenplanet, iſt derjenige, deſſen Ungleichheiten am wenigſten bekannt ſind; es ſcheint daß er eine habe, die von ſeiner Eccentricität abhange, und andre, die von den Anziehungen des erſten, zweeten und vierten herkommen; alles dieſes macht ohngefähr 8′ Zeit mehr oder weniger: man theilt ſie aber in verſchiedene Gleichungen, deren Perioden ſind von 437 Tagen, von 12 ½ Jahren und von 14 Jahren, um ſie mit den Beobachtungen übereinſtimmend zu machen.

Die Ungleichheit des vierten Nebenplaneten, die bis auf 1 St. Zeit ſteigt, kömmt bloß von der Eccentricität ſeiner Bahn her; und die Anziehungen der andern Nebenplaneten ſind dabey nicht merklich.

Weil

Weil die Akademie, auf mein Anſuchen, dieſe Materie zur Preißfrage für 1766 aufſtellte, ſo hat Hr. de la Grange über die Wirkung aller dieſer Anziehungen, eine wichtige Abhandlung eingeſandt, die bald im 9ten Bande der Abhandlungen die den Preiß von der Akademie erhalten haben, erſcheinen wird.

Von den Verfinſterungen der Neben-Planeten.

847. Die Verfinſterungen der Trabanten ſind für die Erdbeſchreibung ſo wichtige Erſcheinungen, daß ich für nöthig erkenne, die vornehmſten Umſtände davon, hier zu entwickeln. Die erſte Sache die erkannt werden muß, iſt der Durchmeſſer des Schattens des Jupiters in Zeit, oder die Dauer des Durchganges jedes Trabanten durch den Schatten Jupiters, wenn er ihn im Mittelpunkte durchſchneidet; die Hälfte dieſer Größe, oder der Halbmeſſer des Schattens findet ſich in beygeſetzter Tafel.

1	1	St.	7′	55″
2	1		25	40
3	1		47	0
4	2		23	0

848. Wenn die Bahnen der Nebenplaneten, immer in eben derſelben Ebene verblieben, in welcher die Bahn des Jupiters um die Sonne liegt, ſo würde jeder Nebenplanete, bey allen ſeinen Umläufen verfinſtert werden, und die halbe Dauer jeder Verfinſterung würde wie in vorher gehender Tafel ſeyn; ſo bald man aber zu verſchiedenen malen dieſe Verfinſterungen beobachtet hatte, ſo wurde man bald gewahr, daß die Dauer derſelben nicht gleich war; bisweilen wird der dritte Trabant nur 1 St. 17′ verfinſtert, bisweilen, 3 St. 34′. Man ſahe ſo gar, daß der 4te Trabant zu gewiſſen Zeiten, bey jedem Umlaufe verfinſtert wurde, und

daß

daß er nach einigen Jahren hinter dem Jupiter weggegangen, ohne verfinſtert zu werden. Daraus ließ ſich urtheilen, daß die Bahnen der Nebenplaneten, nicht in eben der Ebene lägen, in welcher die Bahn Jupiters war; denn wenn dieſes geweſen wäre, hätten alle Nebenplaneten bey jedem Umlaufe verfinſtert werden müſſen, und immer eben dieſelbe Zeit lang; dieſe Unterſchiede in der Dauer der Verfinſterungen, ſind die einzige Methode, die zu Erkenntniß der Neigungen der Bahnen angewandt wird.

849. Es iſt nöthig hier die Art zu erklären, nach welcher die Neigung der Bahnen, die Ungleichheit in der Dauer der Verfinſterungen hervorbringt, und nach welchem Geſetze ſich dieſe Dauer verändert. Wenn ein Nebenplanet, durch den Mittelpunkt des Schattenkegels geht, ſo befindet er ſich genau in der geraden Linie welche die Mittelpunkte des Jupiters und der Sonne vereiniget; er iſt demnach in dem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte ſeiner Bahn mit der Bahn des Jupiters, denn er befindet ſich zugleich in der Ebene ſeiner Bahn, (weil er die niemals verläßt), und in der Ebene der Bahn des Jupiters, weil die von der Sonne zum Jupiter geführte Linie, beſtändig in der Ebene dieſer Bahn iſt. Weil alsdenn der Nebenplanet in dem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte ſeiner Bahn, und des Jupiters Bahn iſt, ſo iſt offenbar, daß Jupiter ſich auch darinnen befindet; folglich kann man alsdenn ſagen, daß Jupiter in dem Knoten ſeines Nebenplaneten iſt; wenn demnach Jupiter in dem Grade der Länge ſteht, mit welchem einer von den Knoten der Bahn eines Nebenplaneten zuſammentrifft, (aus dem Mittelpunkte des Jupiters geſehen) ſo durchſchneidet der Ne- [illegible] Mittelpunkte, und die Dauer

850. Es ſey SO (Fig. 105.) die Linie der Knoten, oder die Linie in welcher ſich Jupiter befand, da die Ebene der Bahn des Trabanten, gegen die Sonne gerichtet war, und die Trabanten den Schatten im Mittelpunkt durchſchnitten; wir wollen ſetzen Jupiter wäre von O in I mit der Bahn des Trabanten um ſich fortgegangen, ſo wird dieſe Bahn beſtändig ſich ſelbſt parallel bleiben, weil nichts da iſt, was ſie davon abzubringen ſtreben ſollte, und die Knotenlinie wird in einer Richtung AC ſeyn, die parallel mit SO iſt. Wenn ſich demnach Jupiter vom Knoten entfernt, ſo iſt die Linie des Schattens nicht mehr in dem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte der Bahnen Jupiters und ſeines Trabanten; folglich wird der Trabante, wenn er im Punkte M in Oppoſition zu treten begriffen iſt, nicht in der Ebene der Jupitersbahn, auch nicht in der Linie der Mittelpunkte, ſondern darüber oder darunter ſeyn.

851. Wenn Jupiter ſich in dem Knoten eines ſeiner Nebenplaneten befindet, ſo ſteht ein in der Sonne angenommener Beobachter in der Ebene der Bahn des Nebenplaneten, und ſieht ſie in Geſtalt einer geraden Linie; damit er ſie nun beſtändig als eine gerade Linie ſähe, müßte ſie beſtändig durch ſein Auge gehen, der gemeinſchaftliche Durchſchnitt, oder die Knotenlinie müßte beſtändig durch die Sonne gehen; hierzu würde erfodert werden, daß ſie den Weg um den Himmel eben ſo wohl als Jupiter in zwölf Jahren machte, welches aber nicht geſchiehet: die Knotenlinie iſt beynahe am Himmel feſtgeſtellt, das iſt, ſich ſelbſt parallel, und ſcheinbar auf einerley Punkt des Himmels gerichtet; wenn Jupiter einmal dadurch gegangen iſt, ſo verfließen ſechs Jahre ehe er wieder dahin kommt.

852. Es mögen demnach (Fig. 105.) NCIA die Knotenlinie, und ABCD die Bahn des Nebenplaneten

vor=

vorbilden, die in A und C die Ebene der Jupitersbahn durchſchneidet; man muß ſich hierbey vorſtellen, daß die Bahn des Nebenplaneten in B über die Fläche der Figur erhaben iſt, und ſich etwas gegen Norden befindet; im Gegentheil in D iſt ſie etwas gegen Mittag, und unter der Fläche der Figur; von A bis in B, geht der Nebenplanet ſo fort, daß er ſich immer über die Ebene der Jupitersbahn erhebt; von B bis in C kömmt er wieder gegen die Ebene zurück, und von C bis in D ſteigt er unter die Ebene, und kommt von D bis in A wieder dahin. Weil B die Gränze iſt, der Punkt der größten Breite, oder der größten Erhebung des Nebenplaneten über die Ebene der Jupitersbahn, ſo wird dieſer Nebenplanet, wenn er in M, in ſeine obere Conjunction, wo er verfinſtert wird, gekommen iſt, noch nicht in ſeiner größten Breite ſeyn, und er wird deſto weniger von der Fläche der Figur, oder der Jupitersbahn entfernt ſeyn, je geringer der Winkel AIM oder der ihm gleiche SIN ſeyn wird. Es iſt aber der Winkel SIN, der den Abſtand des Nebenplaneten von ſeinem Knoten ausdrückt, dem Winkel ISO gleich, oder dem Abſtande der zwiſchen dem Orte I des Jupiters, und der Linie SO iſt, die als feſtgeſtellet angenommen wird, mit welcher die Knotenlinie IN beſtändig parallel bleibt, an welchem Orte auch Jupiter ſtehen mag; folglich wird die Breite des Nebenplaneten in M von dem Bogen AM abhangen, oder von dem Winkel ISO, dem Abſtande des Jupiters von der Knotenlinie SO, die allezeit mit der Mitte des eilften Zeichens der Länge zuſammentrifft.

853. Die Größe um welche ſich der Punkt M über die Ebene der Jupitersbahn erhebt, verhält ſich zu der Größe um welche die Gränze B davon entfernt iſt, wie

wie der Sinus von A M zu dem Sinus des Bogens AB das iſt, zum Halbmeſſer; denn wenn zween Kreiſe einander in A und C durchſchneiden, ſo iſt ihr Abſtand in verſchiedenen Punkten, als ſolchen wie M, ſenkrecht auf den geneigten Kreis, oder auf die Bahn des Nebenplaneten, wie der Sinus des Abſtandes vom Punkte A, nämlich vom Durchſchnitte der beyden Kreiſe (531). Folglich iſt die Breite des Nebenplaneten in M, wie der Sinus des Abſtandes Jupiters vom Knoten des Nebenplaneten.

854. Wenn durch die Bewegung des Jupiters, in ſeiner Bahn, die Linie SI ſenkrecht auf die Knotenlinie SO oder IN wird; ſo kömmt der Punkt M der obern Conjunction, mit dem Punkte B zuſammen, der die Gränze der größten Breite iſt; alsdenn iſt der Winkel der Bahn mit dem Seheſtrahl SIM, der Neigung des Nebenplaneten gleich, zum Beyſpiel, 3°; und die aus der Sonne geſehene Bahn, erſcheint in der Geſtalt einer Ellipſe, in welcher, die große Axe ſich zur kleinen verhält, wie der Halbmeſſer zum Sinus von 3° (674) wenn man die Bewegung Jupiters, während der Dauer des Umlaufes des Nebenplaneten nicht in Betrachtung zieht, oder wenn man den Nebenplaneten bloß in Anſehung des Jupiters betrachtet. Es ſey S die Sonne (Fig. 108.), I der Mittelpunkt des Jupiters, IH der Halbmeſſer der Bahn eines Nebenplaneten, der in einer auf die Jupitersbahn ſenkrechten Ebene iſt, und gegen die Linie aus der Sonne in der Größe des Winkels SIH geneigt iſt; ſo wird IH: KH :: R: Sin. KIH ſeyn, daher KH = IH Sin. KIH, dieſes iſt die Größe, um welche der Nebenplanete ſich über die Ebene des Auges zu erheben ſcheinen wird, zu der Zeit da die Ellipſe ihre weiteſte Eröffnung haben wird. In den übri-

gen Stellungen des Jupiters in Anſehung des Knoten, wird dieſe Größe abnehmen, wie der Sinus des Abſtandes Jupiters vom Knoten (853); wenn man demnach I die größte Breite nennt, oder die Neigung des Nebenplaneten, D den Abſtand Jupiters vom Knoten des Nebenplaneten auf der Bahn des Jupiters gezählet, und R den Abſtand des Nebenplaneten vom Hauptplaneten, oder den Halbmeſſer ſeiner Bahn, ſo erhält man R. Sin. I. Sin. D für die Größe, um welche der Nebenplanet, über die Ebene der Jupitersbahn, ſenkrecht auf die Bahn des Nebenplaneten, in dem Zeitpunkte ſeiner obern Conjunction erhaben zu ſeyn ſcheinen wird; mehr iſt zu Berechnung der Dauer der Verfinſterungen nicht nöthig.

855. Dieſe Erhebung des Nebenplaneten über den Jupiter, iſt ſeiner Vertiefung im entgegengeſetzten Punkte gleich; die Ellipſe die er zu beſchreiben ſcheint, iſt demnach mehr oder weniger eröffnet, ſo wie ſich Jupiter von der Knotenlinie entfernt; wenn die kleine Axe dieſer Ellipſe breiter wird als der Schattenkegel, ſo geht der Nebenplanet über den Schatten weg, wie in der 106ten Figur zu ſehen; dieſes ereignet ſich allezeit bey dem vierten Nebenplaneten des Jupiters ohngefähr zwey Jahre nach dem Durchgange des Jupiters in den Knoten der Nebenplaneten. Wenn Jupiter 30 Grad von der Knotenlinie iſt, ſo hat die Ellipſe (fig. 107.) die Hälfte der Eröffnung, die ſie im vorigen Falle hatte, weil der Sinus von 30° die Hälfte des Sinustotus iſt; alsdenn geht der Nebenplanet durch den Schatten, ohngeachtet der ſchiefen Lage ſeiner Bahn.

856. Der Durchſchnitt des Schattens Jupiters in der Gegend des Nebenplaneten, iſt in der 109ten Fig. durch den Kreis E D B F vorgeſtellet, den ich ſenkrecht auf die Linie der Mittelpunkte der Sonne und des Jupiters

piters zu ſeyn, annehme; er iſt von einem Halbmeſſer QB durchſchnitten, der ein Theil der Bahn CN des Jupiters iſt, ED iſt ein Theil der Bahn des Nebenplaneten, N der Knoten oder die Durchſchneidung. CA die ſenkrechte Linie auf dieſe Bahn; es iſt dieſe ein Bogen, der vom Mittelpunkte Jupiters geſehen, die Breite des Nebenplaneten iſt; ſein Sinus wird gleich ſeyn mit Sin. I. Sin. D, durch die bekannte Eigenſchaft des rechtwinklichten Kugeldreyecks CAN.

857. Wenn CA bekannt iſt, muß man ſie mit dem Halbmeſſer CD oder CB vergleichen, deſſen Größe in Zeitſecunden aus der Beobachtung bekannt iſt, indem es der Halbmeſſer des Schattens iſt (847); nämlich die halbe Dauer der Verfinſterungen, die von allen die größte iſt, und durch CB vorgeſtellet worden; wir werden auch den Abſtand ſelbſt des Nebenplaneten vom Jupiter, oder den Halbmeſſer ſeiner Bahn, in ähnlichen Theilen oder Zeitſecunden ausdrücken, indem wir anſtatt R, die Zeit ſetzen, die der Nebenplanet anwendet, einen Bogen zu durchlaufen, der einerley Länge mit dem Halbmeſſer ſeiner Bahn hat, nämlich einen Bogen von 57°; denn es liegt nichts daran, ob dieſer Abſtand, den man zur Einheit annimmt, in Zeit, in Graden, oder in Halbmeſſern Jupiters iſt, auch nicht ob die Bewegung Jupiters die Zeit der 57° verlängert, weil wir hier nur die Verhältniß zwiſchen dem Abſtande, und dem während der Verfinſterung durchlaufenen Bogen ſuchen. Um die Zeit zu finden, die einem Bogen von ohngefähr 57° zukommt, iſts genug dieſe Proportion zu gebrauchen, 360° verhalten ſich zum ſynodiſchen Umlaufe, wie 57° oder 206265″ zu der geſuchten Zeit, die ich t nennen will. Wird nun Sin. I Sin. D durch dieſe Zahl der Zeitſecunden multiplicirt, ſo erhält man CA in Zeitſecunden = t Sin. I Sin. D; man

hat auch den Halbmeſſer CD oder CB in Zeitſecunden, er iſt nämlich die halbe Dauer der größten Verfinſterung, derjenigen, die Statt findet, wenn Jupiter im Knoten ſeines Nebenplaneten ſteht; oder er iſt der Halbmeſſer des Schattens in Zeit (847); hierauf wird nun die Seite AD geſucht, die ebenfalls in Zeitſecunden ausgedrückt iſt, und ſo erhält man die halbe Dauer der Verfinſterung.

858. Wenn demnach die Dauer der Verfinſterungen, die kleinſte von allen iſt, ſo findet ſich durch dieſe die Neigung der Bahn, und wenn ſie die größte iſt, ſo zeigt ſie uns den Ort des Knoten an; eine ganz beſondere Erſcheinung aber, die auch den Sternkündigern lange Zeit Mühe gemacht hat, iſt die Veränderung in den Neigungen des zweeten und dritten Nebenplaneten; die erſte verändert ſich von 2° 48′ bis 3° 48′, und die Periode dieſer Ungleichheit enthält 30 Jahre; der dritte Nebenplanet verändert ſie von 3° 2′ bis 3° 26′; es ſcheint daß dieſe Periode von 132 Jahren iſt, und daß der Winkel 1765 am größten war. Von der Urſache dieſer beſondern Veränderungen, hatte man noch keine Vorſtellung, als ich 1762 zeigte, daß die Knoten der Nebenplaneten, durch ihre gegenſeitigen Anziehungen, in Anſehung der Bahn des Jupiters bald eine rechtläufige bald eine rückgängige Bewegung haben müſſe, und daß daraus eine Veränderung in ihren Neigungen erfolgte (Mémoir. acad. 1762 pag. 233); bey den Planeten iſt ſchon die Art erkläret worden, wie die Bewegung der Knoten dieſe Veränderung der Neigung hervorbringen kann (527); dieſe Entdeckung aber hat der Theorie der Jupiterstrabanten den letzten Grad der Vollkommenheit gegeben.

859. Die Neigung der Bahn des erſten Nebenplaneten iſt beſtändig von 3° 18′ 38″, und des vierten von 2° 36′ 0″. Die Bewegung des Knoten ſcheint bey dem erſten und dritten Nebenplaneten null zu ſeyn, bey dem zweeten iſt ſie jährlich von 2′ 3″ und bey dem vierten von 4′ 19″, dieſe Bewegung aber iſt Ungleichheiten unterworfen die ähnliche Beſchaffenheit mit denen bey der Neigung haben.

860. Tafel der Elemente, die zur Theorie und Rechnung der vier Nebenplaneten des Jupiters dienen.

	I	II	III	IV
Periodiſcher Umlauf	T. St. ′ ″ 1 18 27 33	T. St. ′ ″ 3 13 13 42	T. St. ′ ″ 7 3 42 33	T. St. ′ ″ 16 16 32 8
Synodiſcher Umlauf	1 18 28 36	3 13 17 54	7 3 59 36	16 18 5 7
Weite in Halbmeſſern	5,965	9,494	15,141	26,630
Weite in Min. in den mittlern Abſtänden Jupiters	1′ 51″	2′ 57″	4′ 42″	8′ 16″
Mittlere jovicentriſche Längen 1700.	Z. ° ′ ″ 2 12 12 10	Z. ° ′ ″ 2 12 28 11	Z. ° ′ ″ 5 12 47 16	Z. ° ′ ″ 7 17 5 44

861. Die jährliche Parallaxe, deren Wirkung bey den Planeten (art. 441) gezeigt worden, hat bey den Nebenplaneten ebenfalls Statt (833); und weil ſie bis auf 12° ſteigen kann, ſo entſtehen daraus ſehr merkliche Verſchiedenheiten in der ſcheinbaren Stellung die wir von der Erde beobachten, wenn ein Nebenplanet in einerley Punkt ſeiner Bahn kommt; daraus erhellet, warum die Nebenplaneten, auch alsdenn wenn ſie in

Conjunction ſind, und verfinſtert werden, uns bisweilen ziemlich weit vom Jupiter entfernt erſcheinen. Die Zeit, da am meiſten daran gelegen iſt die ſcheinbare Stellung der Nebenplaneten zu wiſſen, iſt bey den Eintritten und Austritten derſelben; daher will ich beſonders von den Wirkungen der jährlichen Parallaxe auf die Stellung der Nebenplaneten zur Zeit der Verfinſterungen, reden; ſie können durch eine leichte Zeichnung, mit genugſamer Genauigkeit, zum Gebrauch der Beobachter vorgeſtellet werden.

862. In der 112ten Fig. Pl. XV, ſey I der Mittelpunkt des Jupiters, mit den Bahnen ſeiner vier Nebenplaneten umgeben; IG die Linie der Conjunctionen und Oppoſitionen (Syzygiæ) oder die Axe des Schattenkegels, die von der Sonne zum Jupiter geht, und hernach weiter über die Seite des Punktes G der Oppoſition; GE ein Bogen von 11°, auf dem Umfange der Bahn des vierten Nebenplaneten genommen; weil dieſer Bogen der größten jährlichen Parallaxe des Jupiters, in ſeinen mittlern Weiten gleich iſt, ſo wird die Linie IE die Richtung des Seheſtrahls von der Erde vorſtellen, wenn Jupiter in ſeinem Viertheile iſt, zwiſchen der Oppoſition und Conjunction, da er um 6 Uhr des Abends durch die Mittagsfläche geht; denn wir ſehen den Jupiter alsdenn 11° gegen Abend von ſeinem wahren heliocentriſchen Orte, der durch die Linie IG bezeichnet iſt. Wenn nun durch die Punkte G, F, g, f in welchen ſich die Nebenplaneten in Conjunction befinden, Linien gezogen werden, die mit IE parallel ſind, als GD, FC, gB, fA, ſo erhält man die vier Punkte A, B, C, D, in welchen die Nebenplaneten ſeitwärts des Jupiters erſcheinen müſſen, in dem Zeitpunkte der heliocentriſchen Conjunction; das geſchiehet auf der

rechten

rechten Seite des Jupiters, nach der Oppoſition, in einem Sternrohre das verkehrt vorſtellt, eben ſo wie in der 112ten Figur.

863. Zu andern Zeiten des Jahres, und wenn die jährliche Parallaxe geringer als 11° iſt, findet man die Richtung des Seheſtrahls IE, der die Linie der geocentriſchen Conjunctionen iſt, wenn man auf den Bogen EG, als Halbmeſſer, einen halben Kreis beſchreibt, der in Grade oder in Stunden abgetheilt wird; man nimmt 30° vom Punkt E 6 Uhr an, und bemerkt daſelbſt 4 St. und 8 St., weil Jupiter, wenn er 30° von ſeinem Viertheil entfernt iſt, ohngefähr um 4 Uhr Nachmittags oder 8 Uhr Abends durch den Mittagskreis geht; und auf dieſen Punkt der 4 St. zieht man eine Linie als IE; es iſt für die Aſtronomen bequemer dieſen Halbkreis in Zeit, als in Grade abgetheilt zu haben, weil die Zeit des Durchganges durch den Mittagskreis in den Ephemeriden berechnet gefunden wird, und ſie davon beſtändig Gebrauch machen.

Wenn Jupiter nach der Conjunction, des Morgens durch den Mittagskreis geht, ſo muß die Linie IE der geocentriſchen Conjunction rechter Hand oder auf der Morgenſeite gezogen werden; und die Nebenplaneten werden uns linker Hand oder gegen Abend des Jupiters zur Zeit ihrer heliocentriſchen Conjunctionen erſcheinen.

864. Vermittelſt dieſer Figur kann man auch den Abſtand der Nebenplaneten im Zeitpunkte des Austritts finden, wenn man auf der Morgenſeite, das iſt, rechter Hand der Punkte A, B, C, D, eine Länge nimmt die dem Halbmeſſer des Schattens gleich iſt, der ohngefähr dem Halbmeſſer IH des Jupiters gleich iſt, ſo findet man

den Abſtand der Nebenplaneten, in Anſehung des Randes Jupiters, für die Zeit ihrer Austritte; oder man unterſucht den Abſtand 1 A eines Nebenplaneten vom Mittelpunkte des Jupiters, für die Zeit der Conjunction, und dieſer wird der Abſtand ſeyn vom Rande H gegen Abend, für die Zeit des Eintritts, und vom Rande X gegen Morgen, für die Zeit des Austritts. Dieſe Abſtände vom Rande X ſind unter der Figur angegeben, ſie ſind von $\frac{5}{10}$; $\frac{8}{10}$; $1\frac{1}{2}$; und $2\frac{1}{2}$ Durchmeſſern Jupiters, in den Austritten, die zur Zeit der Viertheile Jupiters, das iſt, wenn er 90° von der Sonne entfernt iſt, und um 6 Uhr Abends durch den Mittagskreis gehet, vorfallen.

Von den Nebenplaneten des Saturns.

865. Als Huygens den 25ſten März 1655 den Saturn mit Fernröhren von 12 und von 23 Fuß beobachtete, ſahe er den vierten Trabanten zum erſtenmale; dieſer iſt der größte von allen, und der einzige, der mit gewöhnlichen Fernröhren von 10 bis 12 Fuß geſehen werden kann; Caſſini entdeckte den fünften zu Ende des Octobers 1671, mit einem Fernrohre von 17 Fuß; er ſahe hernach den dritten durch Fernröhre von 35 und 70 Fuß, den 23ſten December 1672, und gab alsdenn ein kleines Werk davon heraus. Im Monat März 1684 beobachtete er die beyden innerſten, nämlich den erſten und zweeten, durch Fernröhren von Campani, von 34; 47; 100; und 136 Fuß, durch andre von Borelli von 40 und von 70 Fuß, ferner durch andre von Artonquelli, die noch viel länger waren. (Journal des Savans 15 Mars 1677 etc. 1686. Philoſ. Transactions No. 133, 154, 181, Mémoir. Acad. 1714.).

866. In England zweifelte man an dem Daſeyn der vier Nebenplaneten, die Caſſini entdeckt hatte; als aber 1718 Herr Pound das vortreffliche Objectivglas von 123 Fuß Brennweite, welches Huygens der königlichen Engliſchen Geſellſchaft gegeben hatte, auf den Thurm ſeiner Pfarrkirche aufrichten laſſen, beobachtete er ſie alle fünfe; und man beſtätigte die Elemente ihrer Theorie, wie Caſſini 1714 in Paris gethan. Da auch zu eben der Zeit Hadley, der Vicepräſident der königlichen Geſellſchaft, auf Newtons Antrieb, ein Mittel erfunden hatte, vortreffliche Spiegelteleſkope zu verfertigen, ſo wurden durch dieſe Teleſkope die Beobachtungen der Saturnstrabanten fortgeſetzt (Philoſ. Trans. 1723).

867. Der erſte und zweete Nebenplanet, können kaum mit gewöhnlichen Fernröhren von 40 Fuß geſehen werden, der dritte iſt etwas größer, bisweilen ſieht man ihn während der ganzen Zeit ſeines Umlaufes; der vierte iſt der größte von allen, er wurde daher auch am erſten entdeckt. Der fünfte übertrifft die drey erſten, wenn er in ſeiner weſtlichen Digreſſion iſt, bisweilen aber, iſt er ſehr klein, und verſchwindet ſogar gänzlich. Herr Wargentin hat mich verſichert, daß er ſie mit einem achromatiſchen Fernrohre von 10 Fuß alle geſehen habe.

868. Die Umlaufszeiten der Nebenplaneten werden dadurch beſtimmt, daß man Beobachtungen zuſammen vergleicht, die gemacht ſind, wenn Saturn ohngefähr in eben demſelben Orte ſeiner Bahn iſt, und die Nebenplaneten in eben dem Abſtande von der Conjunction; man erwählt auch hierzu die Zeiten, in welchen ihre Ellipſen am weiteſten eröffnet ſind, wenn nämlich Saturn 90° von ihren Knoten abſtehet, weil

alsdenn die Reduction null iſt, und der Ort des Nebenplaneten in ſeiner Bahn eben derſelbe iſt, als ſein wahrer auf die Bahn des Saturns gebrachter Ort; ſolchergeſtalt hat Caſſini 1714 ihre Perioden beſtimmt, wie ſie vom Saturn geſehen, in Anſehung der Nachtgleiche gefunden werden, und in beygeſetzter Tafel vorgeſtellet ſind.

Nebenplaneten.	Periodiſche Umläufe.			
I	1 T.	21 St.	18′	27″
II	2	17	44	22
III	4	12	25	12
IV	15	22	34	38
V	79	7	47	0

Er beſtimmte auch die Epochen ihrer Längen vom Mittelpunkte des Saturns geſehen, und längſt der Ebenen ihrer Bahnen gezählet; ich habe ſie in der Tafel des folgenden Artikels für das Jahr 1760 vorgeſtellet, damit man ihre Stellung leichtlich für jede andre Zeit finden kann, wie man ſie aus weitläuftigern Tafeln würde finden können, die in den Mémoires de l'Academie 1716, oder in Caſſinis Tafeln ſtehen. Wenn man dieſe Stellungen genau zu haben verlangt, müſſen ſie durch Reduction auf die Ebene der Saturnsbahn gebracht werden, wie wir die Hauptplaneten auf die Ebene der Ekliptik gebracht haben (431). Das Argument der Breite findet ſich, wenn von der Länge des Nebenplaneten, vom Saturn geſehen, die Länge des Knoten abgezogen wird, die hiernächſt (873) folgen wird, nämlich

5 Z. 4° für den fünften, und 5 Z. 22° für die vier übrigen; wenn man ferner auch die Neigung der Bahn kennt, ſo darf man nur ein Dreyeck auflöſen, um die Breite des Nebenplaneten, vom Saturn geſehen, zu finden; es iſt dieſe auch der Winkel, den die Bahn mit unſerm Seheſtrahl macht, und folglich die Größe der kleinen Axe der Ellipſe, die der Nebenplanet zu beſchreiben ſcheint, da die große Axe oder der Durchmeſſer der Bahn für die Einheit genommen wird.

869. Zu Beſtimmung der Weiten der Nebenplaneten vom Mittelpunkte des Saturns, ſind verſchiedene Methoden angewandt worden: es iſt ſehr ſchwer, ſie zugleich mit dem Saturn in einem Felde des Fernrohres zu überſehen, um ihre größten Digreſſionen zu meſſen; außerdem kann dieſe Art nur allein für die beyden erſten Nebenplaneten dienen. Bey den übrigen braucht man den Zeitraum, der zwiſchen dem Durchgange des Saturns, und dem Durchgange des Nebenplaneten durch einen Stundenfaden verfließt, der im Brennpunkte eines Teleſkops aufgeſpannet iſt. Caſſini beobachtete, daß Keplers Geſetz (469) ſich ſehr wohl durch die fünf Nebenplaneten beſtätigte, (Mémoir. Acad. 1716). Herr Pound bediente ſich deſſelben, um aus dem Abſtande des vierten, die Abſtände der übrigen Nebenplaneten zu finden; er beſtimmte vermittelſt des Objectivglaſes von 123 Fuß, auf das genaueſte, und ſo oft als es ihm möglich war, den Abſtand des vierten vom Mittelpunkte des Saturns, in ſeinen größten Digreſſionen, die er von 8,7 Halbmeſſern des Ringes (971) fand, und weil er außerdem die Dauer ihrer Umlaufszeiten kannte, ſo ſchloß er daraus nach Keplers

Keplers Regel die Entfernungen der vier übrigen, ſo, wie ich ſie hier in Halbmeſſern des Ringes und in Halbmeſſern des Saturns, da dieſe ſich wie 7 zu 3 gegeneinander verhalten, beyfügen werde.

Tafel der Längen, und Entfernungen der Nebenplaneten des Saturns.

Nebenplaneten.	Länge 1760 nach Caſſini.	Tägliche Bewegung.	Abſtand in Halbmeſſern des Ringes nach Bradley.	Abſtand in Min. und Sec. aus dem Abſtande des 4ten hergeleitet.
I	11ʒ. 5° 41′	6ʒ. 10° 41′ 51″	2,097	0′ 43″ ½
II	9 10 18	4 11 32 5	2,686	0 56
III	4 25 57	2 19 41 25	3,752	1 18
IV	0 0 43	0 22 34 37	8,698	3 0
V	7 20 36	0 4 32 18	25,348	8 42 ½

870. Wenn die Weiten in Halbmeſſern des Ringes durch 33364½ multipliciret werden, ſo können ſie die Weiten in Meilen anzeigen, es müſſen aber vom Produkte drey Ziffern, wegen der drey Decimalzahlen, die in vorgeſetzter Tafel bey den Zahlen der Halbmeſſer ſtehen, abgeſchnitten werden.

Den 9ten Junius 1719 um 10 Uhr fand Herr Pound durch das Fernrohr von 123 Fuß, mit einem vortrefflichen Mikrometer, daß der vierte Nebenplanet, der ohngefähr ſeine größte oſtliche Digreſſion erreicht hatte, vom Mittelpunkte Saturns 3′ 7″ abſtund, es war demnach die Weite des Nebenplaneten vom Saturn, in Vergleichung gegen die mittlere

Weite

Weite der Sonne von der Erde, wie 825 zu 100 000; woraus die vier übrigen Weiten in Theilen der Weite der Sonne, leichtlich geſchloſſen werden können.

871. Wenn man die Nebenplaneten in verſchiedenen Punkten ihrer Bahnen, mit dem Ringe des Saturns vergleicht, und die Eröffnung dieſer Ellipſen unterſucht, ſo zeigt ſich, daß die vier erſten dem Augenſcheine nach ähnliche Ellipſen mit dem Ringe zu beſchreiben ſcheinen, die in einerley Ebene mit ihm liegen, nämlich ohngefähr 31°½ gegen die Ekliptik, oder 30° gegen die Saturnsbahn geneigt ſind. Denn wenn die Ellipſen, welche dieſe Nebenplaneten beſchreiben, am weiteſten eröffnet ſind, ſo iſt die kleine Axe ohngefähr die Hälfte der großen Axe, ſo wie der kleine Durchmeſſer des Ringes, alsdenn die Hälfte des Durchmeſſers iſt der durch die Arme, oder den äußern Rand von Saturns Ringe geht; dieſe Nebenplaneten ſind in ihren größten Digreſſionen allezeit in der Linie durch die Arme; alles dieſes zeigt an, daß ſie ſich in der Ebene des Ringes bewegen. Es hat aber Maraldi 1715 gefunden, daß die Ebene des Saturnsringes, die Ebene der Saturnsbahn in einer Neigung von 30° durchſchneidet (972), folglich iſt der Winkel der Bahnen der vier erſten Nebenplaneten, mit der Saturnsbahn von 30°.

872. In Anſehung des fünften Nebenplaneten, fand der jüngere Caſſini 1714, daß deſſelben Bahn, ſowohl gegen die Saturnsbahn, als gegen die Ebene des Ringes nur 15°½ geneigt ſey (Mémoir. Acad. 1714), er ſahe auch, daß dieſer Nebenplanet eine gerade Linie beſchrieb, die ohngefähr durch den Mittelpunkt des Saturns gieng, während daß die andern ſich merklich oberwärts oder unterwärts von derſelben

entfern-

entfernten; folglich war die Bahn des 5ten Nebenplaneten 15 bis 16° gegen die Ekliptik geneigt, und eben ſo viel gegen die Ebene des Ringes und gegen die Ebene der Bahnen der vier innern Nebenplaneten, aber in andrer Richtung.

873. Maraldi beſtimmte 1716 die Länge des Durchſchnittspunktes des Ringes in der Saturnsbahn 5 Z. 19° 48′$\frac{1}{2}$, und in der Ekliptik 5 Z. 16°$\frac{1}{3}$. Das iſt die Länge des Knoten der vier erſten Nebenplaneten. Man hat 1744 wahrzunehmen geglaubt, daß die Knoten des Ringes eine rückgängige Bewegung gehabt haben; es iſt ſchwer, aus einem kleinen Zeitraume davon zu urtheilen, unterdeſſen iſt es ganz natürlich, zu glauben, daß die Anziehungen der Nebenplaneten gegen dieſen Ring, eine ähnliche Wirkung auf ihm hervorbringen, weil der Mond dergleichen bey dem Sphäroid der Erde zeigt (1064); in dieſem 1773ſten Jahre wird man ſich beſſer davon verſichern können, wenn ſich Saturn im Knoten des Ringes und der Nebenplaneten befinden wird, ſo, daß ihre Bahnen das Anſehen gerader Linien annehmen werden, indem ihre Ebenen durch unſer Auge gehen.

Der Knoten des 5ten Nebenplaneten, wurde 1714 von Caſſini 5 Z. 4° in der Ekliptik gefunden, nämlich 17° weniger fortgeruckt, als der Knoten der vier andern Nebenplaneten auf der Bahn des Saturns, den er 5 Z. 21° in der Ekliptik ſetzte (Mémoir. Acad. 1714. pag. 374.). Caſſini beſtimmte ihn ſolchergeſtalt, da er den Ort des Saturns den 6ſten und 7ten May 1714 beobachtete; der fünfte Nebenplanet, ſchien ſich damals in gerader Linie zu bewegen, und wir waren folglich in ſeiner Ebene, und

in

in dem Knoten ſeines Ringes. Man glaubt auch, daß eine Bewegung des Knoten des fünften Nebenplaneten da ſey.

874. **Der Nebenplanet der Venus**, den Caſſini wahrgenommen zu haben glaubte, iſt von Herr Short und andern Aſtronomen vermuthet worden (Hiſt. de l'Acad. pour 1741. Philoſ. Tranſ. No. 459. Encyclopédie, Tom. XVII, pag. 837.); aber die vergeblichen Verſuche, die ich zu Wahrnehmung deſſelben angeſtellet, dergleichen auch von verſchiedenen andern Sternkündigern geſchehen, überreden mich, daß es bloß ein optiſcher Betrug iſt, der durch die Gläſer der Teleſkope und Fernröhre veranlaſſet wird; eben dieſe Meynung tragen der P. Hell am Ende ſeiner Ephemeriden für 1766, und der P. Boſcovich in ſeiner 5ten optiſchen Diſſertation vor: Herr Short, mit dem ich davon in London 1763 ſprach, ſchien auch ſelbſt das Daſeyn eines Venustrabanten nicht zu glauben.

875. Von dieſer optiſchen Erſcheinung kann man ſich eine Vorſtellung machen, wenn man das Nebenbild betrachten will, daß durch eine doppelte Zurückwerfung der Lichtſtrahlen gemacht wird, indem man durch ein einziges linſenförmiges Glas einen leuchtenden Gegenſtand betrachtet, der auf einem dunkeln Grunde ſteht, und einen ſehr kleinen Durchmeſſer hat; um alsdenn ein Nebenbild zu erblicken, das dem eigentlichen Gegenſtande ähnlich ſieht, aber kleiner als derſelbe iſt, darf man nur daſſelbe erhabene Glas dergeſtalt richten, daß der Gegenſtand außerhalb der Axe des Glaſes fällt; dieſes Nebenbild, das für einen Venustrabanten gehalten worden iſt, erſcheint

ſcheint auf eben der Seite, wo das eigentliche Bild ſteht, oder auf der entgegengeſetzten, es iſt auch aufgerichtet oder verkehrt nach den verſchiedenen Stellungen der Linſe, des Gegenſtandes, und des Auges. Stellt man zwey linſenförmige Gläſer hintereinander, ſo erhält man verſchiedene doppelte Zurückwerfungen von eben der Art, wenigſtens in gewiſſen Richtungen; die mehreſte Zeit aber ſind ſie unmerklich, weil ihr Licht zerſtreut iſt, und ihr Brennpunkt zu nahe am Auge liegt, oder weil ſie außerhalb des Feldes des Fernrohres fallen; es giebt aber viele Fälle, wo dieſe Strahlen vereiniget werden, und ein falſches Bild machen, das man für einen **Venustrabanten** hat anſehen können.

Zehn⸗

Zehntes Buch.

Von den Kometen.

Die Kometen *) ſind Himmelskörper, die von einer Zeit zur andern mit verſchiedenen Bewegungen wahrgenommen werden, und gemeiniglich von einem zerſtreuten Lichte begleitet ſind. Ihre ſcheinbare Bewegung, iſt von der Bewegung der andern Planeten ſehr unterſchieden; wenn ſie aber auf die Sonne verglichen wird, ſo zeigt ſich, daß ſie nach eben denſelben Geſetzen geſchiehet, denn es wird dargethan werden, daß die Kometen in ſehr eccentriſchen Ellipſen um die Sonne laufen (910), denen Regeln gemäß, die im dritten Buche erkläret worden.

876. Vor den neuen Sternen, ſind die Kometen durch die Bewegung unterſchieden; denn in jenen hat man keine eigene Bewegung jemals wahrgenommen (287); außerdem iſt das Licht der Kometen allezeit ſchwach und blaß, es iſt das Sonnenlicht, das ſie auf uns eben ſowohl als die Planeten zurückwerfen; dieſes iſt beſonders durch eine Erſcheinung bey dem Kometen von 1744 beobachtet worden, deſſen erleuchteter Theil nur zur Hälfte ſichtbar war (Mémoir. Acad. 1744. pag. 304.). Wenn dieſe Erſcheinungen nicht immer

*) Im Griechiſchen Κομήτης, das von Κόμη, Coma herkommt, weil die merkwürdigſten mit einem Scheine in Geſtalt der Haare umgeben, erſchienen ſind.

immer beobachtet werden, ſo geſchiehet es dadurch, daß die dicke Dunſtkugel, in welche die meiſten Kometen eingehüllet ſind, das Licht zerſtreuet, ſo, daß ſie uns allezeit von einer beynahe runden Geſtalt zu ſeyn ſcheinen. Man unterſcheidet die Kometen vornehmlich durch die langen Lichtſtreifen, mit welchen ſie oft umgeben ſind, und die ihnen nachfolgen, ſie werden bisweilen Haare, bisweilen der Schweif des Kometen genennt (923); unterdeſſen hat es doch auch Kometen ohne Schweif, ohne Bart, und ohne Haare gegeben; der Komet von 1585, den Tycho einen Monat lang beobachtet hat, war rund, er hatte kein Merkmahl von Schweife, nur ſein Umfang war weniger leuchtend als ſein Kern, als ob er gleichſam nur einige helle Streifen an ſeinem Umfange gehabt hätte. Der Komet von 1665 war nach Hevels Berichte, ſehr helle, und hatte faſt gar keine Haare; und der Komet von 1682 war, wie Caſſini meldet, ſo rund und helle als Jupiter (Mémoir. Academ. 1699.); daher darf man auch die Schweife der Kometen, nicht für ihr Unterſcheidungsmerkmahl annehmen.

877. Riccioli giebt in ſeiner Sammlung der Kometen, nur 154 an, die von den Geſchichtſchreibern bis auf das Jahr 1651, in welchem er ſein Almageſtum ausfertigte, angemerket worden, und der letzte, war der von 1618. In dem großen Werke des Lubieniczi aber, wo die geringſten Stellen der Schriftſteller allezeit ſorgfältig angegeben ſind, wenn ſie auch nur die geringſte Beziehung auf Kometen haben, findet man 415 bis auf den im Jahre 1665, der vom 6ſten bis zum 20ſten April zwiſchen dem Pegaſus und den Hörnern des Witters erſchien. Von dieſer Zeit

an, ſind 39 beobachtet worden, den mitgerechnet, der im Monat Februar 1772 geſehen worden.

878. Von allen dieſen Erſcheinungen der Kometen aber, finden wir keinen, deſſen Bahn auf eine umſtändliche Art, vor dem Jahre 837 beſchrieben worden, und die Anzahl derer, von welchen man genugſame Umſtände zu Berechnung ihrer Bahn hat erhalten können, ſchränkt ſich auf 61 ein, wenn man die nur für einen rechnet, die 1456; 1531; 1607; 1682; und 1759 erſchienen ſind, weil man genugſam erkannt hat, daß dieſe alle nur ein und eben derſelbe Planet geweſen (912); ich habe gleichfalls auch die von 1532 und 1661, ferner die von 1264 und 1556, von welchen wir im 914ten Artikel reden werden, vereiniget.

879. Im übrigen aber, können wir überzeugt ſeyn, daß zu allen Zeiten viel Kometen erſchienen ſind, von welchen unſre Geſchichtſchreiber keine Meldung thun, und daß deren noch viel mehr geweſen ſind, die gar nicht wahrgenommen worden, ſelbſt die Alten wußten dieſes, denn Poßidonius hatte, wie Seneca meldet (Quaeſtion. natur. libr. VII, cap. 20.) geſchrieben, daß vermittelſt der Dunkelheit, die durch eine Sonnenfinſterniß verurſachet worden, ein Komet ſehr nahe bey der Sonne geſehen worden, das geſchahe um das Jahr 60 vor Chriſti Geburt; hieraus wird glaublich, daß man in ähnlichen Umſtänden, oft dergleichen erblicken würde. Seit dem Jahre 1757, da man den Kometen von 1682 erwartet, und geſucht hat, und die Aufmerkſamkeit der Beobachter hierauf gerichtet geweſen, ſind in Zeit von 7 Jahren 7 andre Kometen entdeckt worden; Herr Meſſier hat ſich vornehmlich mit Aufſuchung derſelben beſchäfftiget, und öfters hat er ſie zuerſt geſehen; man hat Urſache,

zu glauben, daß eine große Anzahl derſelben zu finden ſeyn werden, wenn man die Mühe übernehmen will, ſie am Himmel aufzuſuchen.

Alſtedius bemerkt, daß in den Jahren, die vor und nach 1101 fallen, um die Zeit des 223ſten Kometen, faſt alle Jahre welche geſehen worden. (Lubieniecii theatr. cometicum).

Es iſt auch mehr als einmal geſchehen, daß verſchiedene Kometen zu gleicher Zeit wahrgenommen worden. Riccioli führt davon einige Beyſpiele an. Am 11ten Februar 1760 ſahe man auch zween (Mémoir. Acad. 1760. pag. 168).

880. Die Kometen, deren Erſcheinung die längſte Zeit gedauret hat, ſind diejenigen, die 6 Monate hindurch geſehen worden; der erſte von dieſen war zu Zeiten des Nero, im Jahr 64 nach Chriſti Geburt (Seneca, libr. VII, cap. 21); der zweete um das Jahr 603 zu Zeiten Mahomets; der dritte 1240 bey dem feindlichen Einfalle des großen Tamerlans. Zu unſern Zeiten iſt der Komet von 1729 ſechs Monate lang beobachtet worden, vom 31ſten Julius 1729 bis zum 21ſten Januar 1730; und der von 1769 faſt vier Monate hindurch. Riccioli hat nach dem Angeben verſchiedener Geſchichtſchreiber eine Tafel von der Dauer vieler andern Kometen entworfen; da finden ſich vier Kometen von vier Monaten, nämlich die von den Jahren 676; 1264; 1363; 1433.

881. Alle Kometen ſcheinen einen Umlauf wie alle andre Geſtirne durch die Wirkung der täglichen Bewegung zu haben (Art. 2.); ſie haben aber auch eben ſowohl als die Planeten, eine eigene Bewegung, nach welcher ſie nach und nach mit verſchiedenen Fixſternen

zuſam-

zuſammentreffen. Dieſe eigene Bewegung geſchiehet bisweilen gegen Morgen, wie bey den andern Planeten, bisweilen gegen Abend, manchmal längſt der Ekliptik oder des Thierkreiſes, manchmal nach ganz andrer Richtung und ſenkrecht auf die Ekliptik.

Der Komet von 1472 vollendete nach des Regiomontanus Beobachtung, in einem Tage 120 Grade, da er vom Ende des Zeichens der Jungfer, bis zum Anfange des Zeichens der Zwillinge rückgängig gelaufen. Der Komet von 1760 machte zwiſchen den 7ten und 8ten Januar 41°½ Veränderung in der Länge; noch andre Beyſpiele, könnten von einer ſehr großen Geſchwindigkeit, die bey der ſcheinbaren Bewegung der Kometen beobachtet worden, angeführet werden: im Folgenden (920) wird ſich zeigen, daß ſie noch viel größer ſeyn könnte, wenn ein Komet ſehr nahe bey der Erde vorbey gehen ſollte.

882. Bisweilen erſcheinen die Kometen ſo kurze Zeit, daß ihre Stellung während ihrer Erſcheinung ſich nicht viel ändert; es giebt aber Kometen, deren Bewegung ſehr weit gegangen, der von 1664 durchlief 164 Grade, durch eine ſcheinbare rückgängige Bewegung vom 20ſten December bis zum 6ſten Januar 1665, und in 17 Tagen legte er 113° zurück; der von 1769 durchlief 8 Zeichen oder 240° ſowohl vor, als nach ſeiner Conjunction; der von 1556 faſt einen halben Kreis oder 180°; der von 1472 machte ohngefähr 170°; der von 1618 durchlief nur 107°½, das geſchahe aber in Zeit von 28 Tagen (Riccioli Almageſtum, II, 28.).

883. Die Alten haben gemeiniglich von der Größe der Kometen nicht anders geredet, als daß ſie den

Anblick ihres langen Schweifes oder ihrer Haare, in Betrachtung zogen, wir wollen davon weiter unten (923) ſagen; es hat aber dennoch Kometen gegeben, deren ſcheinbarer Durchmeſſer, unabhängig von ihrem Schweife, ſehr beträchtlich geweſen zu ſeyn ſcheint. Nach dem Tode des Demetrius, Königs in Syrien, (146 Jahr vor Chriſti Geburt), erſchien ein Komet ſo groß als die Sonne (Seneca VII, 15). Der bey der Geburt des Mithridates erſchien, verbreitete nach Juſtins Berichte, mehr Licht als die Sonne.

Der Komet von 1006 (der in einigen Büchern irrig auf das Jahr 1200 geſetzt wird), war viermal größer als die Venus, und gab eben ſo viel Licht von ſich, als das Mondsviertheil geben kann; dieſer Komet ſcheint eben derſelbe geweſen zu ſeyn, als der 1682 und 1759 (Art. 911).

Eben dergleichen ſagt auch Cardan von den Kometen 1521 und 1556. Von der ſcheinbaren Größe der Kometen haben wir vor dem von 1577 nichts genugſam beſtimmtes; ſein ſcheinbarer Durchmeſſer, war nach Tychonis Beſtimmung von 7′ oder nach ſeinem Angeben, doppelt ſo groß, als der Durchmeſſer der Venus.

Verſchiedene Meynungen von den Kometen.

884. Nachdem ich von den vornehmſten Umſtänden gehandelt habe, durch welche die Kometen bemerkungswürdig geworden, ſo will ich nunmehro von den verſchiedenen Syſtemen reden, zu denen ſie die Veranlaſſung gegeben. Es haben ſich zu allen Zeiten Weltweiſen gefunden, die ſich überzeugt hatten, daß

die

die Kometen, Planeten wären, deren Bewegung immerwährend, und die Umläufe unveränderlich ſeyn müßten; man hat dieſe Meynung, vielleicht ganz unrecht, den alten Chaldäern beygemeſſen; eigentlich aber war ſie von den Pythagoräern, und von vielen andern, als Apollonius Myndius, Hippocrates Chius, Aeſchylus, Diogenes, Phavorinus, Artemidorus und Democritus angenommen, welcher letztere nach des Cicero (Tuſcul. l. 5.) und des Seneca (Quaeſt. natur. libr. 7.) Urtheil, der ſcharfſinnigſte von allen alten Weltweiſen war. Wegen der alten Syſtemen kann man den Plinius im 2ten B. 25ſten Kap. nachſehen, ferner Ariſtoteles Meteor. I, 6. Plutarch de plac. Philoſ. 3. 2. den Aulus Gellius 14. 1. Seneca VII, 13, Riccioli Almag. II, 35, und was ich ſelbſt davon geſagt habe in den Mémoires von 1759. Seite 1 und folg. Man muß aber vornehmlich dem Seneca das Zeugniß geben, daß kein Schriftſteller auf ſo erhabene Art von den Kometen geſchrieben, als er in ſeinem VIIten Buche Quaeſtion. natural. Ein Sternkündiger würde heut zu Tage Mühe haben, wenn er ſich auf eine noch mehr philoſophiſche Art ausdrücken ſollte.

885. Dieſer ſo aufgeklärten Begriffe ohngeachtet, hat es dennoch berühmte Männer gegeben, welche die Kometen als neu entſtandene Körper, und von kurzer Dauer betrachtet. Dergleichen waren Ariſtoteles, Ptolomäus, Tycho, Bacon, Galilei, Hevel, Longomontan, Kepler, Riccioli, de la Hire (Mémoir. Acad. 1702. pag. 112). Viele von ihnen, erkennen ſie nur für Körper, die unter dem Monde ſtehen, oder Luftzeichen der Dunſtkugel; Caſſini ſelbſt hatte geglaubt, daß die Kometen durch

die Ausdünſtungen der andern Geſtirne entſtünden. (Abregé des obſervations ſur la Comete de 1680, pag. XXXI).

Es war dieſes überhaupt die Meynung, die zu den Zeiten der Unwiſſenheit, in den Schulen herrſchte; die Sternkündiger beſchäfftigten ſich auch wenig mit Beſtimmung der Bewegung derſelben. Tycho-Brahe war der erſte, der nach langen und mit Sorgfalt angeſtellten Beobachtungen über den Kometen von 1577, weil man in ſeinem Schloſſe Uraniburg alles beobachtete, ein beträchtliches Werk bey dieſer Gelegenheit ſchrieb; er fand, daß man deſſen Erſcheinungen ſehr wohl vorſtellen könnte, wenn man annähme, daß er um die Sonne einen Theil vom Kreiſe beſchrieben habe, der die Bahnen des Merkurs und der Venus in ſich faßte.

Weil Tycho in dieſem Werke zeigte, daß die Kometen, Körper wären, die weit über die mittlere Gegend erhaben ſtünden, ſo warf er dadurch das alte Syſtem der feſten Himmel um; ſo wie Newton ſich hernach der Kometen bediente, um den Plan des Descartes, und die Hypotheſe der Wirbel umzuſtoßen.

Kepler hatte gefunden, daß die Beobachtungen des Kometen 1618, ſich beſſer mit einer geraden Linie, als mit einem Kreiſe vergleichen ließen, und glaubte dahero, daß die Kometen eine bloß geradlinichte Bewegung hätten. Caſſini glaubte, dieſe Bewegung geſchähe um die Erde; Hevel aber, zeigte in ſeiner Cometographia, die 1668 gedruckt iſt, daß die Bahn der Kometen mehr einer um die Sonne beſchriebenen Parabel beykomme.

886. Der

886. Der Entdeckung der anziehenden Kraft war es vorbehalten, den Weltweiſen, ſo zu ſagen, einen neuen Himmel zu eröffnen; als Newton ſahe, daß alle Planeten der Centralkraft der Sonne unterwürfig waren, ſo urtheilte er, daß die Kometen zu den Planeten gezählet werden müßten, und daß ſie in ihrer Bewegung um die Sonne eben denen Geſetzen folgten: darzu wurde erfordert, daß ihre Bahnen ſehr eccentriſch ſeyn mußten, nämlich ſehr verlängert, damit ſich ein ſehr langes Außenbleiben erklären ließ.

Um nun zu erfahren, ob dieſes mit den Beobachtungen übereinſtimmend war, ſo unterſuchte Newton die Bahn des Kometen von 1680; er fand, daß ein Theil einer ſehr verlängerten Ellipſe, oder, welches auf eines hinaus läuft, ein Theil einer Parabel, vollkommen mit allen Beobachtungen übereinkam, wenn man nur, wie bey den Bewegungen der Planeten, die Flächen mit den Zeiten proportional annahm (472); von der Zeit an, zweifelte er keinesweges, daß die Kometen eben ſo periodiſche und eben ſo alte Planeten als die andern wären.

Halley wandte dieſe Sätze auf verſchiedene Kometen an (908), indem er diejenigen hierzu erwählte, die am beſten beobachtet worden waren; nach und nach führte er ſeine Rechnungen auf 24 Kometen fort, und 1705 machte er die Elemente dieſer 24 Parabeln, in ſeiner Cometographie bekannt, die ich aufs neue im Franzöſiſchen, bey der neuen Auflage der Halleyiſchen Tafeln 1759 herausgegeben habe.

887. Seit dieſer Zeit, iſt die Anzahl der beobachteten und berechneten Kometen auf 61 angewach-

ſen (908); viele von dieſen Kometen ſind ganze Monate hindurch, in einem ſehr großen Theile des Umfanges des Himmels, mit äußerſt beträchtlichen ſcheinbaren Ungleichheiten beobachtet worden, wenn man ſie aber auf eine um die Sonne beſchriebene Parabel vergleicht, ſo findet man unter den Beobachtungen eine ſo vollkommene Uebereinſtimmung, daß keine andre Hypotheſe, und kein andres Geſetz ſeyn kann, das dieſer Genauigkeit beykommen ſollte; wir wollen demnach die Bewegung der Kometen erklären, wie ſie in einer paraboliſchen Bahn geſchiehet, deren Abmeſſungen gegeben ſind; und alsdenn wollen wir die Art aufſuchen, wie dieſe Abmeſſungen, oder die Bahn eines Kometen, der zum erſtenmale erſcheint, zu erhalten ſind.

Von der paraboliſchen Bewegung der Kometen.

888. Die paraboliſche Rechnung, der wir uns, Newtons und Halleys Beyſpielen zufolge, bedienen werden, iſt nur eine Näherung; man erwählt dieſe der Leichtigkeit wegen, und weil zwiſchen einer Parabel, und einer ſehr verlängerten Ellipſe wenig Unterſchied iſt. Der Vortheil beſteht darinnen, daß alle Parabeln ähnliche krumme Linien ſind; ſie geben einerley Proportion zwiſchen denen gleicherweiſe geſtellten Linien vom Mittelpunkte der Sonne zum Mittelpunkte des Kometen, und man darf nur die Weiten der Sonnennähe verſchiedener Kometen wiſſen, ſo iſt dieſes hinreichend, ſie alleſammt nach einer einzigen und eben derſelben Tafel zu berechnen (899). Die Verfertigung dieſer allgemeinen Tafel, wird in folgenden gezeigt werden, die wahre Anomalie iſt darinnen

nen für jeden Tag gegeben, und dient für alle Kometen, da im Gegentheile von den Ellipſen jede ihre beſondre Tafel erfodert.

889. In der allgemeinen Tafel, wird ein Komet angenommen, deſſen Bahn die Parabel PCOD (Fig. 110.) iſt, die Sonne S ſteht im Brennpunkte, P iſt die Sonnennähe des Kometen, oder der oberſte Theil der Parabel; SP iſt der Abſtand in der Sonnennähe, den man der mittlern Weite der Erde von der Sonne gleich ſetzt, welche man allezeit zum Maaßſtabe der Weiten am Himmel annimmt.

Der Komet, deſſen Abſtand in der Sonnennähe SP, dem mittlern Abſtande der Sonne von der Erde gleich iſt, braucht 109 Tage, von P in O zu laufen, oder von der Sonnennähe, bis zum Endpunkte der Ordinate SO, die ſenkrecht auf SP ſteht (894). Ich werde der Kürze wegen, ihn nur den Kometen von 109 Tagen nennen, und zeigen, wie man alle andre Kometen auf dieſen vergleichen kann, wenn man nur die Zeiten ändert: hierbey ſetze ich voraus, daß die Beſchaffenheit, und die allgemeinen Eigenſchaften der Parabel, bekannt ſind, die ſich in allen Büchern von den Kegelſchnitten finden, ferner auch diejenigen, welche in meiner Theorie des Cometes (Tables aſtr. de Halley, 1759. pag. 70 et ſuiv.) bewieſen ſind.

890. Die erſte Sache, die bey Berechnung der Bewegung der Kometen vorzunehmen iſt, beſteht in der Beſtimmung der Geſchwindigkeit, die in Parabeln von verſchiedener Größe Statt finden muß; denn ein Komet, deſſen Parabel größer iſt, wendet auch mehr Zeit an, einen Winkel von 90° zu durchlaufen, dergleichen der Winkel

PSO

PSO iſt, nämlich von P in O zu gehen, völlig eben ſo, als Saturn 30mal mehr Zeit braucht, einen Grad ſeiner Bahn zu beſchreiben, als die Erde nöthig hat, einen Grad ihrer Bahn zu durchlaufen; folgender hierbey zum Grunde gelegter Lehrſatz, läßt ſich auf eine ſehr leichte Art beweiſen.

891. Die Verhältniß der Geſchwindigkeiten in der Parabel und in dem Kreiſe iſt wie $\sqrt{2}$ zu 1.

Beweis. Wir wollen ſetzen, daß ein Komet in P ſey, der die Parabel PO in der Entfernung SP der Sonne beſchreibt, die Erde ſey in T, die einen Kreis TLM beſchreibt, deſſen Halbmeſſer ST, gleich ſey mit SP: die Centralkraft oder die anziehende Kraft der Sonne, um den Kometen und die Erde in ihren Bahnen zu erhalten, iſt gleich, weil die Weite einerley iſt, und die Sonne nicht mehr Gewalt auf den Kometen, als auf die Erde, bey gleichem Abſtande derſelben haben kann. Ich ſetze ferner, daß PC ein kleiner Bogen der Parabel, und TL ein kleiner Bogen der Erdbahn ſey, von der Beſchaffenheit, daß die Abſciſſe PB der Parabel, und die Abſciſſe TI des Kreiſes gleich ſind, oder daß die Entfernung der Tangente in Anſehung der krummen Linie, in der Parabel und in dem Kreiſe einerley ſey, dieſe Abſciſſen, oder die Entfernungen dieſer Tangenten drücken die Centralkraft der Sonne aus, weil ſie die Größe ſind, um welche der Planet der Wirkung der Sonne folgt, indem er ſich von der geraden Linie abwendet (1005); ſie ſind demnach gleich in eben denſelben Zeiten, da die Kraft einerley iſt; wenn alſo die Abſciſſen gleich ſind, ſo werden die Bogen PC und TL in gleichen Zeiten beſchrieben, und drücken die Geſchwindigkeiten des Kometen und der Erde aus. Ich will, um die Bogen ſelbſt zu finden, von dieſer Vorausſetzung nehmen, daß die beyden Beugungen gleich ſind.

Die Bogen können nicht gleich ſeyn, weil zweene gleiche Bogen von ſehr verſchiedenen krummen Linien, nicht gleiche Beugungen haben können, und wenn die Beugungen gleich ſind, ſo ſind die Bogen nicht gleich; ich werde hieraus die Verhältniß der Bogen ſchließen, nämlich die Verhältniß der Geſchwindigkeiten, weil die Zeit von beyden einerley iſt. Aus der Eigenſchaft des Kreiſes folgt, daß $TI = \frac{IL^2}{2ST}$ (988); aus der Eigenſchaft der Parabel aber findet ſich, daß das Quadrat der Ordinate BC dem Produkte aus der Abſciſſe PB in den Parameter gleich iſt, der das vierfache von SP iſt; folglich $PB = \frac{BC^2}{4SP} = \frac{BC^2}{4ST}$; es iſt aber PB = TI der Hypotheſe zu folge, und demnach $\frac{IL^2}{2ST} = \frac{BC^2}{4ST}$: oder $2IL^2 = BC^2$; dahero $IL\sqrt{2} = BC$, woraus die Proportion folgt; $BC : IL :: \sqrt{2} : 1$; oder IL iſt dem Bogen TL gleich, oder wenigſtens iſt ſie von ihm um eine unendlich kleinere Größe unterſchieden; es iſt demnach IL die Geſchwindigkeit der Erde; desgleichen iſt BC die Geſchwindigkeit des Kometen; dahero verhält ſich die Geſchwindigkeit des Kometen, zu der Geſchwindigkeit der Erde in gleichem Abſtande von der Sonne, wie die Wurzel aus 2 zu 1.

892. Hieraus folgt daß die Geſchwindigkeit des Kometen in P, in der Parabel PO, $\frac{7}{5}$ von der Geſchwindigkeit der Erde beträgt; denn $\sqrt{2} = \frac{7}{5}$ ohngefähr; daher wird die von dem Kometen in einer Secunde Zeit beſchriebene Fläche, $\frac{7}{5}$ von der Fläche ſeyn die von der Erde beſchrieben

ſchrieben worden; es ſind aber die Flächen in gleichen Zeiten immer gleich (472); folglich mag der Komet in ſeiner Parabel PO, in einen Abſtand in Vergleichung auf die Sonne kommen, in welchen er will, ſo wird die in einer Secunde Zeit beſchriebene Fläche, allezeit $\frac{7}{5}$ von der Fläche ſeyn, welche die Erde beſchrieben hat, und die von der Erde beſchriebene Fläche, wird gleich ſeyn der Fläche des Kometen durch $\frac{7}{5}$ oder $\sqrt{2}$ dividirt. Ich werde mich dieſes Satzes bedienen, um zu beweiſen daß der Komet 109 Tage anwenden muß von P in O zu kommen, oder 90° der Anomalie zu durchlaufen.

893. Es ſey der Abſtand der Sonnennähe SP oder ST = 1, der Umfang des Kreiſes TM oder die Zahl 6, 283 = c, ſo wird die Fläche dieſes Kreiſes ſeyn $\frac{c}{2}$ die paraboliſche Fläche PSO aber, die zwey Drittheile vom Producte aus SP in SO macht, wird $\frac{4}{3}$ ſeyn; dieſe Fläche des Kometen, durch $\sqrt{2}$ dividirt, wird $\frac{4}{3\sqrt{2}}$ für die Fläche geben welche die Erde (892) in eben der Zeit beſchreibt, da der Komet von P in O geht; nennt man nun A die Länge oder Dauer des Jahres, ſo erhält man folgende Proportion: die ganze Fläche $\frac{c}{2}$ der Erdbahn, verhält ſich zur Zeit A, wie die Fläche $\frac{4}{3\sqrt{2}}$ zu der ihr zukommenden Zeit, welche $\frac{8A}{3c\sqrt{2}}$ ſeyn wird; dieſes iſt die Beſtimmung der Zeit, welche der Komet anwendet, den paraboliſchen Bogen PO oder 90° wahre Anomalie zu beſchreiben.

894. Die Länge des ſyderiſchen Jahres iſt von 365 T. 6 St. 9′ 10″ oder 11″ (321) das ſind 365, 256379 T.; wenn

wenn man nun von dem Logarithmen dieſer Zahl, den Logarithm. von $\sqrt{2}$ abzieht, nebſt dem von 3 mal den Umfang; und addirt hierzu den Logarithmen von 8, ſo erhält man den Logarithm. von 109, 6154 Tagen oder 109 Tagen 14 St. 46′ 20″ für die Zeit die PO zukommt.

Es iſt nicht genug die Zeit gefunden zu haben, die zu Beſchreibung dieſer 90° Anomalie angewandt worden, man muß auch, zu Berechnung des Ortes eines Kometen, zu aller Zeit, die Zahl der Tage wiſſen, die jedem Theile der Parabel als PD zukommt, oder jedem Winkel der wahren Anomalie, von der Sonnennähe angerechnet, indem man immer die Flächen mit den Zeiten proportional ſetzt; dieſes iſt der Gegenſtand der folgenden Aufgabe.

895. Die Zeit zu finden welche von der Sonnennähe an, verfloßen iſt, wenn die wahre Anomalie in einer Parabel bekannt iſt.

Ich nehme hier an, daß die Parabel PCOD gegeben iſt, daß man nämlich den Abſtand der Sonnennähe SP kennt, und die Zeit die zu Durchlaufung des Bogens PO angewandt worden; man verlangt die Zeit zu wiſſen, die zu Durchlaufung eines andern Bogens PD gebraucht worden, oder einen andern Winkel PSD der wahren Anomalie; hierzu zieht man die Linie DP, und wenn SE und SR dem Radius Vector DS gleichgenommen worden, ſo zieht man DR und DE, wovon eine die Normallinie, und die andre die Tangente der Parabel iſt.

896. Wenn wir die Subnormallinie RQ das iſt die Hälfte des Parameters zur Einheit annehmen, ſo finden wir den Parameter = 2, und $PQ = \frac{DQ^2}{2}$; der paraboliſche Ausſchnitt DOPQ, der zwey Drittheile des Products der Coordinaten iſt, oder $\frac{2}{3}$ DQ. PQ wird ſeyn $\frac{1}{3} DQ^3$;

das

das Dreyeck DPQ iſt gleich mit $\frac{1}{2}$ DQ. PQ = $\frac{1}{4}$ DQ^3; wenn man demnach dieſes vom Abſchnitte DOPQ wegnimmt, ſo bleibt der Abſchnitt DOPD = $\frac{1}{12}$ DQ^3; hierzu addirt man die Fläche des Dreyecks PDS = $\frac{PS.\,DQ}{2} = \frac{DQ}{4}$, und man erhält $\frac{1}{12}$ $DQ^3 + \frac{1}{4}$ DQ für die Fläche PSDOP.

897. Weil die Linie RQ zur Einheit genommen worden, ſo iſt DQ die Tangente des Winkels DRQ = $\frac{1}{2}$ DSE das iſt, die Tangente der Hälfte der wahren Anomalie. Wenn wir dieſe Tangente t nennen, ſo finden wir die paraboliſche Fläche PSDOP = $\frac{t^3}{12} + \frac{t}{4}$; die Fläche von 90° PSO wird alsdenn ſeyn = $\frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3}$. Es muß aber die Fläche PSO zur Einheit genommen werden, und alsdenn wird die Fläche PSDOP = $\frac{t^3}{4} + \frac{3t}{4}$ denn $\frac{t^3}{12} + \frac{t}{4}$ verhält ſich zu $\frac{1}{3}$ wie $\frac{t^3}{4} + \frac{3t}{4}$ zu 1; folglich wenn die Fläche von 90° bekannt iſt, und die Tangente einer halben wahren Anomalie t iſt, ſo multiplicirt man die Fläche von 90° durch $\frac{t^3}{4} + \frac{3t}{4}$, und erhält die von dem Kometen beſchriebene Fläche, von ſeinem Durchgange durch die Sonnennähe angerechnet; es ſind aber die Flächen den Zeiten proportional; folglich erhält man gleichermaßen die Zeit die PD zukommt, wenn man die 109 Tage, oder überhaupt die Zeit von 90° durch den vierten Theil von $t^3 + 3t$ multiplicirt.

898. **Exempel.** Wenn der Komet, der 109 Tage braucht, 90° der Anomalie zu durchlaufen, 47° wahre Anomalie hat; ſo wird gefragt, wie viel Tage von der Sonnen-

nennähe an, verfloſſen ſind? Die Tangente t von 23° $\frac{1}{2}$ iſt 0, 4348124, daher iſt t^3 = 0, 0829, und der vierte Theil von $t^3 + 3t$ = 0, 3467; die 109 Tage, oder die Zeit durch 90° (894), muß demnach durch 0, 3467 multipliciret werden, ſo finden ſich 38 Tage; folglich wird der Komet von 109 Tagen, in 47° ſeiner Sonnennähe ſich am Ende von 38 Tagen befinden.

So würde man ebenfalls für jeden Grad der wahren Anomalie, die zugehörigen Tage finden; gemeiniglich hat man etliche Decimalbrüche mehr, weil es ſehr ſelten geſchiehet, daß genau auf einen Grad der Anomalie, eine volle Zahl der Tage trifft, durch die Proportionaltheile aber finden ſich leichtlich die wahren Anomalien, welche jedem völligen Tage zukommen.

899. Solchergeſtalt iſt eine allgemeine Tafel der paraboliſchen Bahnen berechnet worden; man findet darauf die wahre Anomalie, welche für den Kometen von 109 Tagen, jedem Tage des Abſtandes von der Sonnennähe zukommt. Eben dieſe Rechnung ließe ſich gerades Weges führen, wenn man die Gleichung auflöſen wollte $t^3 + 3t = a$ (wo a das vierfache der Zeit durch PO ausdrückt), um die unbekannte t zu finden; es iſt aber leichter die Zeit vermittelſt der wahren Anomalie zu finden, und zu Verfertigung der Tafel, iſt eine andre Methode aufzuſuchen überflüßig.

Dieſe allgemeine Tafel, läßt ſich leichtlich für alle Kometen gebrauchen; denn, wenn man andre Kometen in verſchiedenen Parabeln, in einerley Grade der wahren Anomalie betrachtet, ſo werden die vom Durchgange durch die Sonnennähe verfloßenen Zeiten, ſich gegeneinander verhalten wie die Zeiten welche angewandt worden von der Sonnennähe bis zum 90° zu

laufen; wenn zum Beyſpiel $\frac{1}{4}t^3+\frac{3}{4}t$ gleich iſt $\frac{1}{2}$, ſo wird die Zeit die Hälfte ſeyn von der Zeit für 90°, bey allen möglichen Parabeln; hieraus folgt, daß ſich für jeden Kometen, wenn die Zeit der 90° bekannt iſt, (durch die bloße Regel Detri) die Zeit für jeden andern Winkel der wahren Anomalie finden läßt, wenn man ſich der Tafel bedienen will, die für den Kometen von 109 Tagen berechnet iſt. Es iſt demnach nichts weiter übrig, als die Zeit der 90° für größere oder kleinere Parabeln zu ſuchen, oder die Zahl der Tage, welche der Bogen PO erfodert, wenn der Abſtand der Sonnennähe SP nicht mehr der mittlern Weite der Erde von der Sonne gleich iſt

900. Die Quadrate der Zeiten welche einerley wahren Anomalie in verſchiedenen Parabeln zu kommen, verhalten ſich wie die Würfel der Abſtände in den Sonnennähen. Dieſes Geſetz, das mit dem Geſetze der Bewegung der Planeten übereinſtimmend iſt (469), iſt ebenermaaßen eine nothwendige Folge von den Centralkräften; denn wir haben bewieſen, daß man auf den Halbmeſſer der Erdbahn der in 365 Tagen beſchrieben worden, einen Viertheil der Parabel von 109 Tagen hatte (894); folglich iſt die Zeit der Parabel ohngefähr $\frac{3}{10}$ der Zeit des Kreiſes; wenn man aber verſchiedene Kreiſe, oder verſchiedene Planeten betrachtet, die andre Weiten von der Sonne haben, ſo findet man verſchiedene Umläufe, deren Quadrate der Zeiten ſich wie die Würfel der Weiten verhalten werden (464; 1022); dahero werden die Zeiten der Parabeln, die immer $\frac{3}{10}$ davon ſind, auch in eben der Proportion ſtehen; folglich verhalten ſich die Zeiten, die PO zukommen, wie die Wurzeln aus den Würfeln der Abſtände in den Sonnennähen SP.

901. Eine

901. Eine einzige Tafel kann demnach dienen die wahre Anomalie in allen Parabeln zu finden, wenn man nur die Zeiten, in Verhältniß der Quadratwurzel aus dem Würfel des Abſtandes in der Sonnennähe, vermehret; denn für einerley Grad der wahren Anomalie, müſſen die Quadrate der Zeiten verſchiedener Parabeln ſo zunehmen, wie Würfel der Abſtände in den Sonnennähen, oder die Zeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Würfeln der Abſtände in den Sonnennähen; demnach kommen 90° wahrer Anomalie, 109 Tage zu, wenn der Abſtand in der Sonnennähe 10 iſt (894), und 126 Tage wenn der Abſtand in der Sonnennähe 11 iſt, weil die Quadratwurzel aus dem Würfel von 11, in eben der Verhältniß größer iſt; es müſſen dahero auch die andern Anzahlen der Tage in Verhältniß vermehrt werden, wenn man in der allgemeinen Tafel, die Anomalien für den Kometen von 126 Tagen ſucht.

In beygefügter Tafel, habe ich neben jeden Abſtand in der Sonnennähe, die Zahl geſetzt, durch welche die Tage der allgemeinen Tafel multiplicirt werden müſſen, um die Tage zu erhalten, die bey andern Kometen eben derſelben Anomalie zu kommen; ich nehme hierbey an, daß die Weite der Sonne von der Erde in zehn Theile getheilet iſt, und habe die Zahl der Tage für den Bogen P O in eilf verſchiedenen Parabeln berechnet. In der 113ten Figur zeigen ſich auch verſchiedene in Tage abgetheilte Parabeln, und man kann da wahrnehmen, mit welcher Geſchwindigkeit jeder von dieſen Kometen ſich von der Sonne oder von der Erde deren Bahn A B C iſt, entfernt.

Abſtand der Sonnenferne in Zehntheilen der ☉ Weite.	Zahlen durch welche die Tage in der Tafel zu multipliciren ſind.	Tage für 90°
1	0,035	3,5
2	0,089	9,8
3	0,164	18,0
4	0,253	27,7
5	0,353	38,8
6	0,465	50,9
7	0,585	64,2
8	0,715	78,4
9	0,854	93,6
10	1,000	109,6
11	1,152	126,3

902. Aus vorſtehender Tafel erſiehet man auch, daß anſtatt der Tage in der allgemeinen Tafel, wenn der Abſtand eines Kometen in der Sonnennähe, $\frac{4}{10}$ von der Weite der Erde von der Sonne iſt, andre genommen werden müſſen, die nur 0,25 oder das Viertheil ſind; hieraus erhellet warum der Komet, deſſen Abſtand 4 iſt, nur 28 Tage anwendet die 90° der Anomalie zu durchlaufen, und wir können ihn den Kometen von 28 Tagen nennen, wie wir (der Kürze wegen) den Kometen von 109 Tagen denjenigen genennt haben, der ohngefähr 109 Tage zu bringen würde, von der Sonnennähe bis zum 90ten Grad der Anomalie zu gehen.

Daher muß man für jeden Grad der Anomalie, zu dem Logarithmen der Tage in der Tafel, ein und ein halbmal den Logarithmen des Abſtandes eines gegebenen Kometen in der Sonnennähe, addiren, ſo erhält man die

die Anzahl Tage, die dieſem gegebenen Kometen für eben den Grad der Anomalie zukommt; oder hinwiderum, die Anomalie, für eine gegebene Anzahl Tage, von der Sonnennähe angerechnet.

903. Der Radius Vector SD des Kometen, oder ſein Abſtand von der Sonne, iſt gleich dem Abſtande in der Sonnennähe SP, dividirt durch das Quadrat des Coſinus der Hälfte der wahren Anomalie; denn wenn man auf die Tangente ED, eine ſenkrechte Linie SX fallen läßt, ſo wird der Winkel ESD in zweene gleiche Theile getheilet, der Winkel DRQ iſt demnach die Hälfte der wahren Anomalie. Das rechtwinklichte Dreyeck RDE, giebt folgende Proportion $RQ : RD :: RD : RE$ oder $2PS : RD :: RD : 2SD$ daher $PS : SD :: RQ^2 : RD^2 :: (\text{Coſin. } QRD)^2 : 1$, oder wie das Quadrat des Coſinus der Hälfte der Anomalie PSD zum Quadrat des Halbmeſſers. Wenn man demnach für eine gegebene Zeit, die wahre Anomalie eines Kometen in ſeiner Parabel gefunden hat (901), ſo erhält man den Radius Vector SD, wenn man den Abſtand in der Sonnennähe SP durch das Quadrat des Coſinus der Hälfte dieſer Anomalie dividirt, und wenn man einen Radius Vector nebſt der ihm zugehörigen Anomalie hat, ſo kann man gleichermaaßen den Abſtand in der Sonnennähe finden.

904. Wenn man zwo Linien vom Mittelpunkt der Sonne, zum Mittelpunkte des Kometen in einer Parabel kennt, nebſt dem Winkel den ſie einſchließen, ſo kann man den Abſtand in der Sonnennähe, und die beyden Anomalien finden die dieſen Linien zu kommen. Es mögen dieſe beyden Linien einer Parabel in welcher 1 den Abſtand in der Sonnennähe ausdrückt, b und c heiſſen, a ſey das Viertheil von der Summe der beyden wahren Anomalien, x das Viertheil des Unterſchiedes dieſer beyden Anomalien, ſo findet ſich folgende Proportion: $\sqrt{b} + \sqrt{c} : \sqrt{b} - \sqrt{c} ::$ Cotang. a: Tang. x.

Beweis. Das Quadrat des Coſinus der Hälfte einer wahren Anomalie, verhält ſich zum Quadrate des Halbmeſſers, wie 1 zum Radius Vector (903); es iſt aber die größte der zwo Anomalien $2a + 2x$, und die kleinſte $2a - 2x$; folglich $\sqrt{b} : \sqrt{c} ::$ Coſin. $(a-x)$: Coſin. $(a+x)$; es iſt ferner Coſin. $(a-x)$ = Coſin. a Coſin. x + Sin. a. Sin. x; und Coſin $(a+x)$ = Coſin. a Coſin. x — Sin. a. Sin. x wie in der Trigonometrie erwieſen wird; demnach iſt $\sqrt{b}$. Coſin. a Coſin. x — $\sqrt{c}$. Coſin. a Coſin. x = $\sqrt{b}$ Sin. a Sin. x + $\sqrt{c}$. Sin. a Sin. x; folglich $\sqrt{b} + \sqrt{c} : \sqrt{b} - \sqrt{c} ::$ Coſin. a Coſin. x : Sin. a. Sin. x :: $\frac{\text{Coſin. a}}{\text{Sin. a}} : \frac{\text{Sin. x}}{\text{Coſin. x}}$ :: Cotang a : Tang. x; das iſt, die Summe der Wurzeln aus den Linien vom Mittelpunkt der Sonne zum Mittelpunkt des Kometen verhält ſich zu ihrem Unterſchiede, wie die Cotangente der halben Summe, der halben wahren Anomalien, zur Tangente ihres halben Unterſchiedes. Wenn man nun die Summe, und den Unterſchied hat, ſo iſts leicht jede von den wahren Anomalien zu finden, und durch die ihnen zukommende Zeit, den Zeitpunkt des Durchganges durch die Sonnennähe eben ſowohl als den Ort der Sonnennähe zu erhalten.

905. Durch die vorhergehenden Lehrſätze, läßt ſich eine Parabel finden, die zwo von der Erde beobachteten Längen eines Kometen genug thut; wir wollen annehmen, die Erde ſey in T, in einer Weite TS von der Sonne, und ſehe den in die Ekliptik gebrachten Kometen, in der Linie TD, ſo daß der Winkel STD der Elongationswinkel, oder der Unterſchied zwiſchen der Länge der Sonne und der Länge des Kometen ſey. In dem Dreyeck STD kennt man nur eine Seite, und einen Winkel, man iſt dahero genöthiget eine Annehmung oder eine Hypotheſe wegen der Länge der Seite SD, der

der curtirten Weite des Kometen von der Sonne zu machen; dieſer Annehmung gemäß, die auch ganz willkührlich ſeyn kann, durch die Folge der Rechnung aber, beſtätiget oder verworfen werden wird, ſucht man den Winkel an der Sonne durch Auflöſung des Dreyecks TSD, ſo erhält man die heliocentriſche Länge des Kometen, ſeine heliocentriſche Breite (443), ſeine wahre Weite (445), oder den Radius Vector.

Eben dieſes wird auch für eine zwote Beobachtung gemacht; und man erlangt zwo heliocentriſche Längen, folglich den Winkel den ein Radius Vector mit dem andern macht, der nothwendig entweder die Summe oder der Unterſchied von zwo wahren Anomalien iſt; hieraus läßt ſich jede dieſer beyden Anomalien ſchließen (904), und folglich der Ort der Sonnennähe; der Abſtand in der Sonnennähe (903), und die Zeit die dieſen beyden Anomalien (902) in der Hypotheſe die man wegen der Weite SD des Kometen von der Sonne gemacht hat, zukommt; wenn aber der vermittelſt dieſer beyden Anomalien gefundene Zeitraum, nicht mit dem Zeitraume den die beyden Beobachtungen angeben, übereinſtimmt, ſo iſt es ein Merkmahl daß eine der beyden Weiten von der Sonne, die angenommen worden, geändert werden muß; eine von ihnen behält man, und verändert die andre durch verſchiedene Annehmungen, bis man am Schluße der Rechnung einen Zeitraum findet, der mit dem gleich iſt, welchen die beyden Beobachtungen anzeigten: alsdenn hat man die Parabel erhalten, die beyden genug thut.

906. Es iſt aber nicht zureichend, eine Parabel gefunden zu haben, die dem Zeitraume der beyden Beobachtungen genug thut; es giebt deren eine unendliche Anzahl; denn für jede Hypotheſe, die man wegen der erſten Weite SD des Kometen von der Sonne gemacht

 hat,

hat, wird ſich durch die verſchiedenen Annehmungen der zwoten Beobachtung, eine Parabel finden laſſen, die eben denſelben zwo Beobachtungen genug thun wird. Die Schwierigkeit, die noch übrig bleibt, iſt, durch eine dritte Beobachtung, wegen aller der Parabeln einen Entſchluß zu faſſen, welche die beyden erſten Beobachtungen vorſtellen, davon aber eine einzige mit der dritten Beobachtung übereinſtimmt.

907. Wenn man drey Beobachtungen von einem Kometen hat, kann man vermittelſt der vorhergehenden Lehrſätze, ſeine Bahn beſtimmen; denn man iſt im Stande, die Parabel zu finden, die drey Beobachtungen genug thut, wenn man ſolche hat, die zwoen von dieſen Beobachtungen genug thun. Man erwählt alsbald zwo beobachtete geocentriſche Längen und Breiten, und ſucht Parabeln, die ſich zu dieſen beyden Beobachtungen ſchicken; wenn man zwo oder drey Parabeln hat, nämlich zwo oder drey Hypotheſen, die mit den beyden Beobachtungen gleich gut übereinſtimmen, ſo berechnet man für jede von dieſen drey Hypotheſen, den Ort des Kometen zur Zeit der dritten Beobachtung; indem man den Ort der Sonnennähe (904) ſucht, ferner den Abſtand in der Sonnennähe (903), die wahre Anomalie (902), den Radius Vector, die heliocentriſche Länge, und endlich die geocentriſche Länge (442), wie bey den Planeten; die, von den verſchiedenen Hypotheſen, welche ſich am beſten zur dritten Beobachtung ſchickt, iſt die vorzüglichſte, und bisweilen reicht eine einfache Proportion zu, eine andre Hypotheſe zu finden, die genau allen denen drey Beobachtungen genug thut. Dieſe indirecte Methode und falſche Anſetzung, ſcheint mir viel einfacher und viel bequemer, als die mehr direc-

cten,

cten, und künſtlichern Methoden, welche die Herren Euler, Fontaine und andre bekannt gemacht haben. Im XIXten Buche meiner Aſtronomie, habe ich davon umſtändliche Entwickelungen, Lehren und Beyſpiele gegeben; hier habe ich nur das Weſentliche der Methode vortragen können.

908. Durch Verſuche, die dieſen ohngefähr ähnlich, aber viel weitläuftiger ſind, hat ohne Zweifel Halley aus den alten Beobachtungen 24 Parabeln oder Kometenbahnen, die von 1698 mit begriffen, beſtimmt. Bradley, Maraldi, de la Caille, Struick, Pingre und ich, haben davon verſchiedene andre berechnet; ſo, daß die Anzahl bis auf 61 ſteigt, wobey der von 1772 mit begriffen iſt. Ich nehme aber alle Erſcheinungen derjenigen Kometen, deren Perioden bekannt ſind, nur für einen einzigen an.

909. Die Elemente eines Kometen, ſind die ſechs Artikel, welche die Stellung, und die Größe der Bahn, die er beſchreibt, beſtimmen, und ſeine Theorie zu erkennen geben: nämlich der Ort des Knoten, aus der Sonne geſehen, die Neigung ſeiner Bahn, der Ort der Sonnennähe, der Abſtand deſſelben in der Sonnennähe, und die mittlere Zeit des Durchganges durch die Sonnennähe, welche ſtatt der Epoche dient; endlich die Richtung ſeiner Bewegung, die rechtläuſig oder rückgängig ſeyn kann.

Von der Wiederkunft der Kometen.

910. Als Newton erkannt hatte, daß der Komet von 1680 während der Zeit ſeiner Erſcheinung merklich eine Parabel beſchrieben hatte, mit Flächen,

die den Zeiten proportional waren (888), ſo wurde er überzeugt, daß dieſer Komet ein wirklicher Planet ſey, und daß ſeine Bahn, die eine Parabel zu ſeyn ſchien, wirklich nur der untere Theil einer ſehr großen und ſehr verlängerten Ellipſe war, (Princip. math. pag. 508. edit. 1687). Er wußte wohl, daß ſolche ſehr eccentriſche Ellipſen, ziemlich genau mit Parabeln übereinkommen, und ſich ihnen deſto mehr nähern, je kleiner der Abſtand in der Sonnennähe in Anſehung der großen Axe der Ellipſe iſt.

911. Dem Halley war die Ehre vorbehalten, 1705 dasjenige durch Berechnung der alten Beobachtungen zu beſtätigen, was Newton den Geſetzen ſeiner Naturlehre gemäß, vermuthet hatte; Halley bewies die Aehnlichkeit oder vielmehr Gleichheit des Kometen von 1607 mit dem von 1682, und kündigte ſeine Wiederkunft auf 1759 an; eine Vorherſagung, die vor unſern Augen durch den Erfolg wahr gemacht worden. In meiner Theorie der Kometen, habe ich in der Fortſetzung der Theorie des Halley, die Geſchichte von dieſes berühmten Kometen Wiederkunft beygebracht; man kann auch nachſehen, was ich davon in den Mémoires von 1759 geſagt habe. Es wird genug ſeyn, hier mit wenig Worten den Weg zu bezeichnen, welchen die Erfinder genommen.

912. Nachdem Halley aus Beobachtungen (908) die Parabeln von 24 Kometen berechnet hatte, fanden ſich darunter drey, die einander ſehr ähnlich waren, der von 1531, der von 1607, und der von 1682; die drey Parabeln hatten einerley Lage, die Abſtände in den Sonnennähen waren gleich, und die Zeiträume waren 75 bis 76 Jahre; er urtheilte alsbald, daß dieſes wohl ein und eben derſelbe Komet ſeyn könne; unter-

unterdeſſen ſchien ihm doch der Unterſchied der Neigungen und der Perioden etwas zu groß, und er wollte den Ausſpruch nicht wagen, daß es eben derſelbe ſey; als er aber nach den Unterſuchungen, die er wegen der alten Kometen anſtellte, drey andre gefunden hatte, von welchen die Geſchichtſchreiber in den Jahren 1305, 1380, 1456 Erwähnung thun, in Zeiträumen, die faſt immer gleich ſind, ſo zweifelte er nicht mehr an der Gewißheit der Wiederkunft, und maß den gegenſeitigen anziehenden Kräften der Himmelskörper die Verſchiedenheiten bey, die er in den verſchiedenen Perioden dieſes Kometen antraf.

913. Von der Beſchaffenheit war demnach der Fortgang unſrer Erkenntniſſe in dieſem Theile der Wiſſenſchaft: die alten Weltweiſen hielten die Kometen für Himmelskörper von periodiſchen Umlaufe (884); Newton ſchloß hierauf, daß ſie ſehr eccentriſche Ellipſen beſchreiben, und bey jedem Umlaufe wieder erſcheinen könnten; Halley beſtätigte dieſe vortreffliche Vorſtellung, indem er verſchiedene Kometen berechnete, unter welchen ſich drey fanden, die genau einerley Bahn beſchrieben hatten; welches drey Erſcheinungen anzeigte; und dieſes iſt völlig bekräftiget worden, als der Komet 1759 in eben der Bahn, und am Ende eben deſſelben Zeitraumes, wiederſchien.

914. Es ſind noch zween Kometen, deren Perioden bekannt zu ſeyn ſcheinen, und von welchen man die Wiederkunft erwartet; der von 1532 und der von 1661; die man im Jahre 1789 oder 1790 vermuthet; ferner der von 1264 und der von 1556 auf das Jahr 1848 (Mémoires de l'Acad. 1760. pag. 192.). Der große Komet von 1680 müßte nach dem Halley im Jahr 2254 wieder erſcheinen; er glaubt, daß es der-

jenige

jenige iſt, welcher zu Zeiten des Cäſars geſehen worden; und daß er in den Jahren 619 und 2349 vor Chriſti Geburt müſſe erſchienen ſeyn, ſo, daß er denen dienen kann, welche die Sündfluth als eine Naturwirkung erklären wollen, als Whiſton (New theory of the Earth, pag. 186.); man muß aber geſtehen, daß es wegen der Periode dieſes Kometen von 1680, noch Zweifel giebt, und ich habe gefunden, daß noch acht andre Kometen ſind, die der Erde wohl noch näher kommen, und auf ihr die größten Veränderungen verurſachen können (S. meine Reflexions ſur les cometes, à Paris, chez Gibert 1773.).

915. Bey allen Körpern, die um die Sonne laufen, verhalten ſich die Quadrate der Zeiten, wie die Würfel der Entfernungen; ſo bald man alſo die Periode eines Kometen aus zwo beobachteten Wiederkünften kennt, ſo läßt ſich durch eine einfache Proportion, die große Axe ſeiner Bahn finden, und man berechnet ſeinen wahren Ort auf eben die Art, wie bey den andern Planeten (493, 441).

916. Wenn man einen Kometen eine ziemlich lange Zeit geſehen, und mit großer Genauigkeit beobachtet hätte, ſo könnte man ſich durch indirecte Methoden, die denen ähnlich wären, die ich bey der Parabel angewandt habe, eine Vorſtellung von der Dauer ſeines Umlaufes machen, oder ſeine Ellipſe beſtimmen; die Rechnung aber, würde ſo weitläuftig ſeyn, und der Schluß derſelben ſo wenig Genauigkeit geben, daß ich nicht daran denken darf, die umſtändliche Entwickelung hiervon vorzunehmen. Ich muß nur noch bemerken, daß in ſolchem Falle, die allerbequemſte Methode vielleicht dieſe ſeyn würde: Man muß anfänglich durch die paroboliſche Hypotheſe,

ſe, den Abſtand in der Sonnennähe zu beſtimmen ſuchen, und die Zeit des Durchganges durch die Sonnennähe, aus Beobachtungen, die nicht weit davon entfernt ſind, damit dieſer Abſtand in der Sonnennähe gleichermaßen der Ellipſe und der Parabel zukomme, und von der Hypotheſe unabhängig ſey; hernach berechnet man den Unterſchied zwiſchen der Parabel und der Ellipſe für die entfernteſten Beobachtungen, nach verſchiedenen Hypotheſen von elliptiſchen Umläufen; wenn man nun die berechneten Unterſchiede, mit dem wahrgenommenen Fehler, das iſt, mit dem Unterſchiede, der ſich zwiſchen der Beobachtung und dem Schluſſe aus der paraboliſchen Hypotheſe zeigt, in Vergleichung bringt, ſo kann man urtheilen, welche von den verſchiedenen angenommenen Ellipſen, mit dieſen entfernten Beobachtungen übereinſtimmt.

917. Ich habe aus einer Rechnung, die nur ohngefähr für den Kometen von 1759 angeſtellt worden, erkannt, daß wenn die Sonnennähe durch drey Beobachtungen wäre beſtimmt worden, die man den 12ten März, den 1ſten April und 1ſten May gemacht hätte, würde ſich den 31ſten May 2′ Fehler für drey Jahre Unterſchied in dem Umlaufe, gefunden haben; welches anzeigt, daß es nicht unmöglich iſt, die Periode eines Kometen, auf drey Jahre ohngefähr, bloß durch eine Erſcheinung von drey Monaten zu finden.

Verſchiedene Anmerkungen über die Kometen.

918. Die Ungleichheit der Bewegung der Kometen, in ſehr eccentriſchen Ellipſen, läßt ſich durch eine ſehr einfache Maſchine vorſtellig machen, die Deſ-

agu-

aguliers unter dem Namen des Kometenwerkzeuges bekannt gemacht hat; es iſt auch von Ferguſon beſchrieben worden. (Aſtronomy explained, 1764. pag. 288.). Es beſteht aus zwo elliptiſchen Rollen, davon jede um ihren Brennpunkt beweglich iſt, die eine treibt die andre vermittelſt einer Schnur, die ſie beyde umſchlingt, indem ſie ſich zwiſchen ihnen kreuzet; die Rollen berühren ſich beſtändig, daraus erfolgt, daß wenn die erſte gleichförmig geht, die andre viel geſchwinder gehen wird, wenn ihre Sonnennähe, die Sonnenferne der erſtern berührt, als wenn ihre Sonnenferne, an der Sonnennähe der erſten iſt. Wenn die zwote Ellipſe, welche ungleich geht, ein Linial außerhalb des Behältniſſes führt, und dieſes Linial eine kleine Kugel faßt, die in einer elliptiſchen Fuge fortgehen kann, ſo wird ſie die Geſchwindigkeit in der Sonnennähe, und den langſamern Weg in der Sonnenferne ſehr wohl vorſtellen; die Flächen werden ſogar proportional mit den Zeiten ſeyn.

919. Man hatte lange Zeit vor dem Tycho erkannt, daß die ſcheinbare Bewegung der Kometen, die während ihrer Erſcheinung beobachtet worden, nicht gleichförmig war; indeſſen waren dieſe Ungleichheiten doch nicht vermögend geweſen, den Tycho zu bewegen, die Wirkung der jährlichen Parallaxe, und der Bewegung der Erde daraus zu erkennen; Kepler aber erkannte ſie gar wohl, und in ſeinem Buche von den Kometen ſagt er, er habe zwar die Bewegung des Kometen von 1618 in einer geraden Linie, mit einer gleichförmigen Verringerung angenommen, man nehme aber die Wirkung der Bewegung der Erde wahr, ſowohl bey der Länge als bey der Breite

des

des Kometen, und daß die Bewegung, die gekrümmt geſchienen, nur in Anſehung der Bewegung der Erde ſo ſcheinen könne; er ſchließt ſogar ſein erſtes Buch mit dem Ausdrucke: So viel es Kometen am Himmel giebt, ſo viel giebt es auch Beweiſe für die Bewegung der Erde um die Sonne, ohne den zu betrachten, der von der Bewegung der Planeten hergenommen wird.

920. Der Komet von 1729, den Caſſini verſchiedene Monate hindurch beobachtete, machte, nachdem er mehr als 15° gegen Abend, vom Kopfe des kleinen Pferdes bis zum Sternbilde des Adlers fortgegangen war, plötzlich einen krummen Weg, um gegen Morgen zurück zu kehren, welches auf eine ſehr merkliche Art, die Wirkung der jährlichen Parallaxe anzeigte. Es könnten ſich wohl Fälle ereignen, da dieſe Wirkung noch viel größer ſeyn würde: wenn ein rückgängiger Komet, deſſen Abſtand von der Erde, der mittlern Weite des Mondes gleich wäre, ſich in der Sonnennähe, und in Oppoſition befände, ſo würde er 140° in einer Stunde durchlaufen; man könnte einen Kometen vom Horizont bis zum Zenith in weniger als drey Viertheilſtunde laufen ſehen, und alsdenn könnte er mehr als vier Stunden anwenden, den Abendhorizont zu erreichen, und andre beſondre Dinge von ähnlicher Art mehr.

Die Ungleichheiten, von welchen ich geſagt habe, ſind bloß ſcheinbar, ich muß aber hier einer andern Ungleichheit gedenken, die 1759 bemerkt worden iſt, welche die wahre und eigenthümliche Bewegung aller Kometen in ihren Ellipſen betrifft, nämlich die anziehende Kraft der andern Himmelskörper; des Jupiters und Saturns Anziehungen ſind die merklichſten;

ſten; es iſt aber ſehr wahrſcheinlich, daß die anziehenden Kräfte der übrigen Planeten, und andrer Kometen hierbey merklichen Einfluß haben. Dieſe Anziehung hat ſich bey der Wiederkunft des Kometen von 1682, die 1759 beobachtet worden, auf die allermerklichſte Art zu erkennen gegeben. Seine Periode zwiſchen dem Durchgange durch die Sonnennähe den 26ſten October 1607, und dem Durchgange den 14ten September 1682, iſt um 585 Tage kleiner geweſen, als die folgende Periode, die ſich den 13ten März 1759 endigte.

921. Als man im Jahre 1757 von der Wiederkunft dieſes Kometen, die vom Halley vorausverkündiget war, zu reden anfieng, ſahe man wohl ein, daß die Ungleichheit ſeiner vorhergehenden Perioden, uns wegen der Zeit ſeiner Erſcheinung, faſt ein Jahr in Ungewißheit laſſen würde; Halley hatte bemerkt, daß dieſer Komet, da er 1681 ſehr nahe bey dem Jupiter vorbeygieng, von ihm ſtark müſſe angezogen worden ſeyn, und daß dieſes die folgende Erſcheinung bis zu Anfange des 1759ſten Jahres verzögern könne. Dieſe Betrachtung aber war viel zu unbeſtimmt, als daß man darauf hätte rechnen können, und Halley machte ſelbſt keine Rechnung darauf; ich that dem Herrn Clairaut den Vorſchlag, ſeine Theorie der Anziehung, oder die Aufgabe von drey Körpern darauf anzuwenden, dabey ich mich zu allen aſtronomiſchen Rechnungen erboth, die er hierzu würde nöthig haben; ich übergab ihm die Stellungen des Kometen, und die Kräfte, welche Jupiter und Saturn, während des Zeitraumes von 150 Jahren, oder zween Umläufen gegen ihn angewandt, ſowohl in der Richtung der Linien von ihren Mittelpunkten auf ihn, als

ſenk-

ſenkrecht auf dieſe Linien, nebſt den Ordinaten, und den Flächen aller der krummen Linien, welche die Integralen der Gleichungen der Aufgabe vorſtellten. Durch dieſe Beyhülfe fand Herr Clairaut, daß der Umlauf des Kometen um 611 Tage größer ſeyn müſſe, als der von 1607 bis 1682, davon 100 Tage für die Wirkung des Saturns, und 511 Tage für des Jupiters Wirkung wären. Dieſen erſten Rechnungen zufolge, ſollte der Komet in der Mitte des Monats April, durch ſeine Sonnennähe gehen, es geſchahe aber den 13ten März, und der unglaublichen Menge von Rechnungen ohngeachtet, die Herr Clairaut und ich bey dieſer Gelegenheit machten, veranlaſſeten doch die weggeworfenen Größen einen Fehler von ohngefähr einen Monat in der Vorausſagung. S. la Theorie du mouvement des cometes, par Mr. *Clairaut*, und les Opuſcules mathematiques de Mr. d'*Alembert*, Tom. II.

922. Ich finde, daß es unter den 60 Kometen, die wir kennen, verſchiedene giebt, die der Erde nahe genug kommen können, um merkliche Wirkungen auf ihr hervorzubringen; und unter der großen Anzahl von denen, die uns unbekannt ſind, könnte es wohl welche geben, die gleichermaßen im Stande wären, erſtaunliche Veränderungen auf ihr zu verurſachen. Ein Komet, ſo groß als die Erde, der nur 13290 Meilen von uns wäre, würde ſo viel Kraft haben, als nöthig iſt, eine Fluth oder Erhebung von 2000 Toiſen in den Waſſern des Meeres hervorzubringen; und wenn er ſich genugſam lange Zeit da aufhielte, würde er die vier Theile des Erdbodens unter Waſſer ſetzen können, wie ich viel umſtändlicher in meinen 1773 gedruckten Reflexions ſur les cometes dargethan

habe; es iſt ſchwer, daß nicht künftig einmal ein Vorfall von dieſer Art ſich zutragen ſollte: die Zeit davon aber, vorher zu beſtimmen, iſt unmöglich. Wir kennen wahrſcheinlicher Weiſe nicht den vierten Theil von der Anzahl der Kometen, und unter den ſechzigen, die beobachtet worden ſind, giebt es ſieben oder acht, die der Erde nahe kommen können, und ſogar auf ſie ſtoßen, wenn die Erde ſich in eben dem Zeitpunkte, in dem Knoten befände, da ein Komet dadurch gienge, ſo, daß ſein Knoten alsdenn ganz genau in dem Umfange der Erdbahn wäre; dieſe drey Umſtände aber können ſich ſchwerlich ſo vereinigen, daß man demnach das allgemeine Schrecken, das ſich am verwichenen Monat May, bey Gelegenheit meiner Abhandlung, verbreitet hatte, für eine Thorheit hat erkennen müſſen.

Weil der Komet von 1680, in ſeiner Sonnennähe, nur um den 6ſten Theil des Durchmeſſers der Sonne von ihr entfernt war, ſo hätte es durch den Widerſtand der Sonnenatmoſphäre, und die anziehende Kraft der andern Kometen in ſeiner Sonnenferne, geſchehen können, daß er auf die Sonne gefallen wäre; ſolchergeſtalt hat, wie Newton ſagt, der ſchöne Stern von 1572 plötzlich ſichtbar werden können, wenn er durch einen Ueberfluß von neuer Materie, neue Kraft und Vermehrung erhalten hat.

923. Die Alten haben den Namen Komet von dem ungleichen Lichte hergenommen, mit welchen ſie gemeiniglich umgeben zu ſeyn ſcheinen, und hierdurch haben ſie dieſelben in verſchiedene Arten abgetheilet. (Plinius, Libr. II. Cap. 25. Hevelius, in Cometographia.). Gleichwohl ſind doch bisweilen Kometen ohne Schweif und ohne Haare erſchienen; die aber, deren

deren Schweife am längſten geweſen, ſind folgende. Der Komet, von welchem Ariſtoteles redet, der um das Jahr 371 vor Chriſti Geburt den dritten Theil der halben Himmelskugel oder ohngefähr 60° einnahm. Der Komet, von welchen Juſtinus im 37ſten Buche ſchreibt, der bey der Geburt des Mithridates, 130 Jahr vor der chriſtlichen Zeitrechnung erſchien, war ſo ſchrecklich, daß er das Anſehen hatte, als ob er den ganzen Himmel in Brand ſetzen wollte; er nahm 45 Grade ein. Ein andrer Komet, nach des Seneca Berichte (VII, 15) bedeckte um das Jahr 135 die ganze Milchſtraße. Der Komet von 1456 nahm 2 Zeichen oder 60° ein, (Pontanus in centiloquio); und der von 1460 nahm, nach eben dieſes Schriftſtellers Berichte, ohngefähr 50° ein. Der Komet von 1618 hatte, wie Kepler meldet, einen Schweif wenigſtens von 70°, und nach Longomontans Berichte den 10ten December 1618 ſogar von 104 Graden. Man kann die abgemeſſenen Längen einer großen Anzahl andrer Kometenſchweife in des P. Riccioli Almageſtum (II, 25) finden; ſeit der Zeit aber, iſt der Komet von 1680 geſehen worden, der wegen der Länge ſeines Schweifes einer von den allererſtaunenswürdigſten geweſen iſt, die jemals erſchienen ſind (S. Caſſini traité ſur la Comète de 1680 et 1681.).

924. Der Komet von 1744 hat ſich in unſern Zeiten, mit einem Lichte gezeiget, das als ein Fecher ausgebreitet war, oder wie ein Schweif ausſahe, der in verſchiedene Streifen abgetheilet war, er war ſehr merkwürdig, und erſtreckte ſich den 19ten Februar bis auf 30 Grade (S. Traité de la Comète de 1744 par Mr. de Cheſeaux). In den mittägigen Ländern, wo

der Himmel rein und helle iſt, laſſen ſich die Kometenſchweiſe beſſer wahrnehmen, und erſcheinen viel länger; der Komet von 1680 hatte nach Caſſinis Berichte einen Schweif, der in Paris von 62° geſehen wurde, in Conſtantinopel aber von 90°; der von 1759 hatte in Paris das Anſehen, als ob er faſt gar keinen Schweif hätte, man hatte viele Mühe, nur einen ſchwachen Streifen von einem oder zween Graden wahrzunehmen; dahingegen in Montpelier, wie Herr de la Ratte meldet, ſchien der Schweif am 29ſten April von 25 Graden, der helleſte Theil deſſelben war von 10°. Herr de la Nux, Correſpondent der Akademie auf der Inſel Bourbon, ſahe ihn ſo gar noch größer. Endlich des Kometen von 1769 Schweif, ſchien in Paris von 10°, in Marſeille von 40°, in Bononien von 70°, dem Herrn Pingre, der auf dem Meere zwiſchen Teneriffa und Cadix war, ſchien er von 90°; er war aber ſehr ſchwach: eben ſo, wie auf dem heißen Erdgürtel, das Thierkreislicht beſtändig erſcheint, und ſich auf mehr als 100 Grade erſtreckt.

925. Seneca wußte, daß die Kometenſchweiſe durchſichtig ſind, und daß man durch ſie, die Sterne erblicken kann, (Libr. VII, Cap. 18.). Newton zeigt, daß ſie aus einem Weſen beſtehen, das unendlich dünner und feiner iſt, als man ſich einbilden kann.

926. Appian war der erſte, welcher bewies, daß die Kometenſchweiſe immer der Sonne ohngefähr entgegengeſetzt wären (Aſtronomicum Caeſareum, 1540); dieſe Regel wurde alsdann von Gemma Friſius, Cornelius Gemma, Fracaſtor,

und Cardan beſtätiget; indeſſen glaubte doch Tycho-Brahe nicht, daß ſie ganz allgemein, und genugſam erwieſen ſey; dieſes Geſetz aber iſt gegenwärtig als richtig bekannt. Man nimmt nur eine Krümmung wahr, die eine Folge iſt, von der Stellung der Erde außerhalb der Ebene der Kometenbahn, und der Bewegung des Kometen (Hevelius in Cometographia. Caſſini ſur la Comète de 1680, p. X. Newton, Libr. III.).

927. Der Kometenſchweif, entſteht nach Newton, von der eigenthümlichen Atmoſphäre jedes Kometen (Princip. mathem. Libr. III. prop. 41.). Der Rauch und die Dünſte können ſich, ſagt er, davon entfernen, entweder durch den Trieb der Sonnenſtrahlen, wie Kepler meynte, oder vielmehr durch die Verdünnung, welche die Hitze in dieſen Atmoſphären hervorbringt.

928. Er bekräftiget dieſe Meynung, durch den Kometen von 1680, der im Monat December, nachdem er ſehr nahe bey der Sonne vorbeygegangen, ein viel längeres und glänzenderes Licht verbreitete, als er im November vor ſeinem Durchgange durch die Sonnennähe gethan; dieſe Regel iſt ſogar allgemein, und ſcheint ihm zureichend zum Beweiſe, daß der Kometenſchweif, nichts anders iſt, als ein ſehr leichter Dampf, der durch die Gewalt der Hitze, vom Kerne des Kometen in die Höhe getrieben wird. Herr Euler ſetzt noch den Trieb des Lichtes hinzu (Mémoir. de Berlin année 1746. pag. 121), und Herr Mairan die Sonnenatmoſphäre, oder das Thierkreislicht.

929. Kein Kometenſchweif iſt größer erſchienen, als der von 1680, weil noch kein Komet geſehen worden, der ſo nahe bey der Sonne weggegangen wäre, als dieſer: den 18ten December 1680 war er 166mal näher bey ihr, als die Erde. Dieſer Komet erhielt eine Hitze, die 28000mal größer war, als die, welche wir zur Zeit des Sommerſtillſtands empfinden; die Hitze des kochenden Waſſers, iſt dreymal größer, als die, welche trocknes Erdreich alsdenn von der Sonne erhält, und die Hitze eines glühenden Eiſens, iſt drey oder viermal größer, als die Hitze des kochenden Waſſers, wie Newton dieſes ſchätzet; folglich hat der Komet von 1680 ohngefähr zweytauſendmal mehr erhitzt werden müſſen, als ein glühend Eiſen; und eine eiſerne Kugel von eben dem Durchmeſſer, würde dieſe Hitze länger als 50 000 Jahre erhalten haben. Herr Buffon meynt, daß dieſe Rechnung Newtons in verſchiedenen Punkten verbeſſert werden muß, und er iſt Vorhabens, ganz beſondre Erfahrungen bekannt zu machen, welche die Hitze, und die Dauer der Abkühlung der Metalle, die von ihrer Schmelzbarkeit abhangt, betreffen.

Eilftes Buch.

Von den Umdrehungen der Planeten um ihre Axe, und von ihren Flecken.

930.

Seit der Zeit, da die Fernröhre erfunden worden, hat man erkannt, daß ſich die Sonne um ihre Axe drehet. Wir wiſſen, daß ſich die Erde alle Tage durch eine umwälzende Bewegung herumdrehet (384): wir ſind ſehr verſichert, daß der Mond, Jupiter, und Mars ſich auch um ihre Axen drehen; überdieß läßt ſich es auch ſchwer vorſtellen, daß die den Planeten ertheilte Bewegung, durch welche ſie auch ihre Bahnen beſchreiben, nicht von einer umdrehenden Bewegung begleitet ſeyn ſollte: es müßte ſonſt die Richtung, dergeſtalt durch den Mittelpunkt gehen, daß auch nicht der allerkleinſte Unterſchied Statt fände.

Indeſſen iſt doch die Umdrehung, in Anſehung ihrer Dauer, von dem Umlaufe unabhängig; ein Planet kann in ſeiner Bahn durch eine fortbringende Bewegung von Abend gegen Morgen gehen, ohne ſich um ſeine Axe zu drehen; und er kann ſich um jede Axe drehen, gegenſeitig und mit jeder Geſchwindigkeit (405); folglich iſt die umdrehende Bewegung völlig unabhängig, von der Bewegung des Umlaufes, die wir im dritten Buche betrachtet haben; ſie kann nur durch Beobachtungen beſtimmt werden, welches wir jetzt vorzutragen willens ſind.

931. Johann Bernoulli zeigt in einer Abhandlung aus der Dynamik, wo er die Mittelpunkte der Umdrehung betrachtet, die von der Natur nach Beſchaffenheit der Umſtände gleichſam freywillig erwählet werden, daß eine Kraft des Wurfs, die nicht auf den Mittelpunkt der Erde gerichtet wäre, ſondern etwas weiter von der Sonne, und zwar um $\frac{1}{150}$ des Halbmeſſers der Erde gienge, ihr, wenn ſie rund und von gleicher Beſchaffenheit in ihren Theilen angenommen würde, zwo Bewegungen mittheilen müſſe, die mit denen genugſam übereinſtimmend wären, welche wahrgenommen werden; für den Mars findet er $\frac{1}{418}$; für den Jupiter $\frac{7}{15}$, (Bernoulli opera, Tom. IV. pag. 283); für den Mond findet man $\frac{1}{150}$. Wenn der anfängliche Eindruck in größern Entfernungen von jedem Mittelpunkte angebracht worden wäre, ſo würde die umdrehende Bewegung viel ſchneller ſeyn, dieſe Geſchwindigkeit rührt ohne Zweifel von der Urſache des erſten Eindruckes her, und es iſt wahrſcheinlich, daß alle Körper, die eine umlaufende Bewegung zeigen, auch eine umdrehende haben: die Sonne ſelbſt dreht ſich um ihre Axe, und es iſt wahrſcheinlich, daß die Sterne in eben der Beſchaffenheit ſind.

932. Die Umdrehung der Sonne, iſt die erſte geweſen, die entdecket worden, ſie iſt auch die allermerklichſte; die Flecken, die von Zeit zu Zeit auf der Sonne erſcheinen, haben zu Entdeckung dieſer Bewegung Gelegenheit gegeben, und dienen uns noch zu Beobachtung derſelben. Die erſte Wahrnehmung der Sonnenflecken, iſt in einem großen Werke von Scheiner bekannt gemacht worden, das den Titel führt; Roſa Urſina, und 1630 herausgekommen iſt.

933. Der

933. Der P. Scheiner war Profeſſor der Mathematik zu Ingolſtadt; als er im Monat März 1611 eines Tages die Sonne durch ein Fernrohr betrachtete, da ſie hinter ſchwachen Wolken ſtund, wurde er zum erſten male die Sonnenflecken gewahr, und zeigte ſie dem P. Cyſati und verſchiedenen von ſeinen Zuhörern; der Ruf breitete ſich hiervon bald aus; und man erſuchte den P. Scheiner, dieſe Entdeckung bekannt zu machen; weil aber dieſe Erſcheinung den Grundſätzen der peripatetiſchen Philoſophie der damaligen Zeit, ſehr entgegen war, ſo befürchteten ſeine Ordens-Obern, es möchten ihnen Verdrießlichkeiten daraus entſtehen, und wurden dahero ſeine erſten Beobachtungen, unter dem verſtellten Namen Apelles poſt tabulam, durch eine Rathsperſon in Augsburg, Namens Welſer herausgegeben.

934. Galilei beſchuldigte ihn der unrechtmäßigen Zueignung, und behauptete dieſe Flecken zuerſt entdeckt zu haben; Scheiner rechtfertigte ſich umſtändlich in ſeinem Werke; Johann Fabricius, der Sohn von David Fabricius hatte ſie auch in Wittemberg beobachtet, und machte ſo gar die Nachricht davon im Julius 1611 bekannt; Kepler aber glaubt, ſie noch vor Scheinern geſehen zu haben (Weidler Hiſtor. Aſtronomiæ p. 435).

935. Die Sonnenflecken ſind ſchwarze Theile, von unordentlicher Geſtalt, die von Zeit zu Zeit in der Sonne geſehen werden, und ſich in 25 Tagen und 14 Stunden gleichförmig um die Sonne zu drehen ſcheinen (959); man kann einen davon in N der 114ten Figur, auf der Sonnenſcheibe vorgeſtellt ſehen.

Die Sonnenfackeln, von welchen Scheiner und Hevel oft reden, ſcheinen mir nichts anders zu

 ſeyn,

ſeyn, als der helleuchtende Grund der Sonne, den man bisweilen in den Zwiſchenräumen der Flecken oder der Schatten wahrnimmt, ſie ſind als kleine Theile anzuſehen, die viel heller leuchten als der übrige Theil der Sonnenſcheibe. Caſſini ſagt zwar auch daß auf der Sonne Punkte geſehen worden, die viel glänzender als der übrige Theil ihrer Oberfläche geweſen (Elem. d'Aſtron. 403), er nennt aber Fackeln, die dünnen und ſchwachen Flecken, die man bisweilen in der Gegend wahrnimmt, wo ein Sonnenflecken verſchwunden iſt (Anciens Mémoir. de l'Acad. tom. X. p. 661).

Die Schattenflecken in der Sonne ſind weißgraue Nebel, die allezeit die großen Sonnenflecken umgeben; Hevel vergleicht ſie mit dem Flecken welchen der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglaſe macht, indem er deſſen Glanz bleich macht (Selenographia pag. 84); bisweilen, ſagt er, ſcheint dieſe **Atmoſphäre der Flecken** gelbgrau, inſtar halonis, und führt davon ein Beyſpiel an; bisweilen finden ſich dieſe Schatten ganz alleine, und machen alsdenn den Anfang zur Entſtehung der Flecken, wie er im Monat Auguſt 1643 beobachtet hat; dieſe Schattenflecken breiten ſich zuweilen in ſehr große Flächen aus. Hevel hat einen ſolchen im Monat Julius 1643. geſehen, der bey nahe den dritten Theil des Sonnendurchmeſſers einnahm (pag. 506).

936. Die Sonnenflecken können zu Erklärung verſchiedener Erſcheinungen gebraucht werden, die uns die Geſchichtſchreiber gemeldet haben. So finden ſich in den Annales de France die zu Paris 1588 gedruckt ſind (Vie de Charlemagne pag. 62.) daß im Jahr 807, XVI. Kal. April. Merkur in der Sonne als ein

kleiner ſchwarzer Flecken erſchienen, und in Frankreich 8 Tage lang geſehen worden, daß aber die Wolken verhindert hätten, die Zeit des Eintritts und Austritts deſſelben zu beobachten. Dieſes konnte nichts anders als ein Sonnenflecken ſeyn (727); eben das muß man von dem ſagen, was Kepler den 28ſten May 1607. geſehen zu haben glaubte. Scheiner erklärt auch vermittelſt der Sonnenflecken verſchiedene beſondre Nachrichten, welche die Geſchichtſchreiber, von der Verringerung des Sonnenlichtes, aufgezeichnet haben.

937. Die beyden Begebenheiten die Abulfaradge anführt (Hiſt. Dynaſt.), müſſen, wenn man ſie annehmen will, außerordentlich großen Sonnenflecken zugeſchrieben werden. Im Jahr 535 erlitte die Sonne eine Verringerung des Lichtes, die 14 Monate dauerte, und ſehr merklich war; im Jahr 626 wurde die Hälfte der Sonnenſcheibe verdunkelt, und dieſes währete vom Monat October bis zum Monat Junius: oft kann man dieſe Flecken mit bloßen Augen, vermittelſt eines Glaſes, das durch den Rauch einer Lampe geſchwärzet worden, ſehen (941).

938. Nach der Entdeckung der Sonnenflecken, fuhr der P. Scheiner fort, ſie fleißig zu beobachten; er war bemüht, die Flecken, deren Stellung er in Vergleichung auf den Scheitelkreis, oder auf Parallelkreiſe mit dem Aequator beobachtete, auf die Ekliptik zu vergleichen; durch dieſes Mittel zeichnete er auf einen Bogen Papier den Weg eines ſolchen Fleckens ab, den derſelbe in den 13 Tagen ſeiner Sichtbarkeit genommen hatte. Man findet in ſeinem Werke eine große Anzahl davon, von 1618 bis 1627 in Kupfer geſtochen; ſie dienten ihm, folgende Regeln zu erkennen (Roſa urſina p. 225).

939. Zu Ende des Mayes und Anfange des Junius, beſchreiben die Sonnenflecken gerade Linien, die gegen die Ekliptik von Norden nach Süden geneigt ſind, ſie gehen nämlich von A in B (fig. 114). Zu Ende des Novembers und Anfange des Decembers, beſchreiben ſie gerade Linien, indem ſie von Mittag gegen Norden, oder von C in D gehen; im Winter und Frühlinge, iſt ihr Weg hohl gegen Mittag, und erhaben gegen die Nordſeite; in den ſechs übrigen Monaten aber, oder vom Anfange des Junius bis zu Anfange des Decembers, iſt die Hohlung gegen Norden gekehrt, wie in der Ellipſe RXVMO.

Die gröſte Eröffnung dieſer Ellipſen, erfolgt zu Anfange des Märzes und des Septembers; alsdenn iſt die kleine Axe jeder Ellipſe $\frac{13}{180}$ von der groſen Axe. Alle Sonnenflecken, auch die Schattenflecken, und Fackeln beſchreiben ähnliche Wege, von dem Zeitpunkte da ſie erſcheinen, bis zu dem, da ſie verſchwinden; eben das wird bey den kleinen, und bey den groſen wahrgenommen, und bey denen, die nur einige Tage dauren, eben ſo wohl, als bey denen die verſchiedene Umläufe machen; ferner auch bey denen die durch den Mittelpunkt der Sonnenſcheibe gehen, wie bey denen, die nahe bey ihren Polen ſind. Dieſe Regelmäſigkeit alleine, iſt hinreichend zu beweiſen, daſ ſie auf dem Sonnenkörper feſte ſind, und daſ ſie keine andre Bewegung haben, als die die Sonne ſelbſt um ihre Axe hat. Die Flecken beweiſen demnach die Umdrehung der Sonne, und der P. Scheiner machte baldt dieſen Schluſ daraus.

Faſt alle Beobachtungen des Scheiners, wurden nachgehends durch Hevels Beobachtungen bekräftiget;

Caſ=

Caſſini machte auch viele Wahrnehmungen derſelben; und in verſchiedenen Bänden der Memoiren der Akademie, zu Anfange dieſes Jahrhunderts, finden ſich viele dergleichen Beobachtungen.

940. Aus allen dieſen Beobachtungen folgt auch, daß die Sonnenflecken ſehr veränderlich ſind; Scheiner hat geſehen, daß ſie ihre Geſtalt ändern, wachſen, abnehmen, ſich in Schatten verwandeln, und gänzlich verſchwinden. De la Hire hat auch geſehen, daß ſich Flecken auf der Sonnenſcheibe zerſtreuen (Memoir. 1702, p. 137). Es giebt Sonnenflecken, die, nachdem ſie lange Zeit verſchwunden ſind, auf eben der Stelle wieder erſcheinen; Caſſini meynte, daß der Flecken vom Monat May 1702, auch eben derſelbe im Monat May 1695 geweſen (Mémoir. Acad. 1702. p. 140), daß er nämlich auf eben der Stelle ſtehe. Man hat keine geſehen, die längere Zeit geſtanden hätten, als der zu Ende des 1676ſten und Anfange des 1677ſten Jahres beobachtet worden; er dauerte länger als 70 Tage und erſchien bey jeder Umdrehung (Caſſini Elemens d'Aſtron. pag. 81).

941. Die Erſcheinungen der Sonnenflecken, haben auch nichts regelmäßiges: um das Jahr 1611, da ſie entdeckt wurden, fand man faſt niemals die Sonne ohne einige Flecken; es waren oftmals derſelben ſehr viel zugleich da. Der P. Scheiner hat deren 50 auf einmal gezählet. Bald darnach wurden ſie ſeltener: vom Jahre 1650 bis 1670 kann man ſich nicht erinnern, daß man mehr als einen oder zween habe finden können, die ſehr kurze Zeit beobachtet worden wären. Von 1695 bis 1700 ſahe man gar keinen; von 1700 bis 1710 handeln die Bände der akademiſchen Memoiren beſtändig davon; 1710 ſahe man nur einen

ein-

einzigen; 1711 und 1712 konnte man ganz und gar keinen bemerken; 1713 erſchien nur ein einziger, im Monat May; ſeit der Zeit hat man faſt immer welche geſehen: 1740 ſchrieb Caſſini „ſie ſind gegenwärtig ſo „häufig, daß es ſehr ſelten iſt, die Sonne zu beobach„ten, ohne einige Flecken darinnen wahrzunehmen, und „ſo gar, oft in großer Anzahl zugleich„: in Anſehung meiner, muß ich ſagen, daß ich von 1749 bis 1773 mich nicht erinnern kann, jemals die Sonne betrachtet zu haben, ohne auf ihr Flecken wahrgenommen zu haben, und oft in großer Anzahl. Gegen die Mitte des Monats September 1763 habe ich den größten und ſchwärzeſten Flecken beobachtet, der mir jemals zu Geſichte gekommen; er hatte wenigſtens eine Minute in der Länge, ſo daß er dreymal größer als die ganze Erde war; ſo habe ich auch den 15ten April 1764, und den 11ten April 1766 ſehr große wahrgenommen.

942. Die Sonnenflecken erſcheinen am oſtlichen Rande der Sonnenſcheibe äußerſt ſchmahl, als ein dünner Strich, welches zu erkennen giebt, daß ſie wenig Erhöhung haben müſſen, oder daß ſie auf der Oberfläche der Sonne ſelbſt haften; man muß aber auch hierbey in Betrachtung ziehen, daß, wenn ſie gleichwohl eine ſehr große Höhe hätten, würden ſie dennoch nicht am Rande oder am äußerſten Ende der Sonne erſcheinen können, weil ſie gar kein Licht haben, und weil man ſie nur alsdenn ſieht, wenn ſie das Licht der Sonnenſcheibe unterbrechen; wenn ſie aber wenigſtens eine gewiſſe Höhe hätten, würde man doch ihre völlige Höhe bemerken können, ſo bald ſie anfingen gänzlich auf der Sonne hervorzutreten.

943. Einige Naturkündiger glaubten ehemals, daß die Sonnenflecken feſte Körper wären, die ihren Um-

Umlauf um die Sonne machten *); wenn ſich aber dieſes ſo befände, würden die Flecken uns ohngefähr einen eben ſo großen Theil der Sonne verdecken, es möchte an den Rändern derſelben oder in ihrer Mitte ſeyn; und die Zeit, da ſie auf der Sonne erſcheinen, würde kürzer ſeyn, als die Zeit da man ſie aus dem Geſichte verliert, da wir gegentheils wahrnehmen, daß dieſe Flecken eben ſo viel Zeit anwenden, den vordern Theil der Sonne zu durchlaufen, als den hintern Theil, den geringen Unterſchied ausgenommen den die Dicke der Sonne im Durchmeſſer veranlaßen muß, und der nahe Stand dieſer Flecken, bey einen von den Polen der Sonne; endlich könnten auch dieſe Planeten nicht ganze Jahre lang unſichtbar werden (941) und ihre Umläufe alleſammt in einerley Zeitraume vollenden.

Galilei der dem Syſtem der Unveränderlichkeit nicht zugethan war, meynte daß die Sonnenflecken eine Art von Rauche, von Wolken, oder von Schaume, wären, der auf der Sonnenfläche entſtünde, und in einem großen Meere von feiner und flüßiger Materie ſchwämme; Hevel war auch dieſer Meynung, (Selenogr. pag. 83), und wiederlegt bey dieſer Gelegenheit, das Syſtem der Unveränderlichkeit der Himmel umſtändlich.

944. Es ſcheint mir aber offenbar zu ſeyn, daß dieſe Flecken, wenn ſie ſo beweglich wären, als ſie Galilei und Hevel annehmen, in ihrem Laufe nicht ſo regelmäßig ſeyn würden, als ſie wirklich ſind; außerdem würde auch die Schwungkraft, welche die Sonne durch ihre

*) *Tarde* nennt ſie Sidera Borbonia, und ein andrer Namens *Maupertuis*, Sidera Auſtriaca (Heuelii Selenographia p. 83).

ihre Umdrehung hervorbringt, ſie alleſamt nach einer Gegend zu treiben, da wir ſie hingegen, bald in den Gegenden des Sonnenäquators, bald auf den Seiten der Pole wahrnehmen; endlich erſcheinen ſie auch bisweilen ganz genau auf eben dem Punkte wieder, wo ſie vorher verſchwunden waren; daher finde ich des de la Hire Meynung viel wahrſcheinlicher, (Hiſtoir. Acad. 1700. pag. 118. Mémoir. 1702. p. 138). Er hält dafür, daß die Sonnenflecken, Erhöhungen ſind, von einer dichten, dunkeln, und unförmlichen Maſſe, die in der flüßigen Materie der Sonne ſchwimmt, und ſich bisweilen gänzlich in ſie eintauchet. Vielleicht iſt auch wohl ein ſolcher dunkler Körper, nichts anders als die Maſſe der Sonne ſelbſt, die gemeiniglich von dem flüßigen Feuer derſelben bedeckt iſt, und ſich durch eine Ebbe und Fluth dieſes flüſſigen Weſens bisweilen in der Oberfläche zeigt, und einige von ihren Erhöhungen wahrnehmen läßt. Daraus läßt ſich erklären, woher es kommt, daß man dieſe Flecken, während ihrer Sichtbarkeit, unter ſo mancherley Geſtalten erſcheinen ſieht, und warum einige, nachdem ſie während verſchiedener Umdrehungen unſichtbar geweſen, an eben der Stelle aufs neue wieder erſcheinen, die ſie hätten behalten müſſen, wenn ſie hätten ſichtbar bleiben können. Eben daraus erkläret man die Fackeln, und den weißgrauen Nebel, mit welchem die Sonnenflecken allezeit umgeben ſind, daß ſie nämlich Theile des feſten Körpers ſind, über welchem nur noch eine ſehr dünne Lage dieſes flüßigen Weſens verbleibt. Nechſt dem meynte auch de la Hire, einigen Beobachtungen zufolge, daß man viele ſolche dunkle Körper in der Sonne annehmen müſſe, oder zugeſtehen, daß der ſchwarze Theil ſich trennen, und hernach wieder vereinigen könne.

Vom Sonnenäquator, und der Umdrehung der Sonne.

945. Die Sonnenflecken haben zu erkennen gegeben, daß ſich die Sonne um ſich ſelbſt, um zween Punkte drehet, die man die Pole der Sonne nennen muß. Der Kreis der Sonnenkugel, der in gleichem Abſtande von den zween Polen iſt (15), wird der Sonnenäquator genennt werden müſſen; und aus der ſcheinbaren Bewegung der Flecken, wird die Lage dieſes Aequators zu beſtimmen ſeyn, nämlich ſeine Neigung gegen die Ekliptik, und ſeine Knoten in derſelben, wovon wir jetzt die Methode erklären wollen.

946. Die Art die Sonnenflecken zu beobachten, iſt eben dieſelbe als bey den Durchgängen der Venus durch die Sonne; man braucht dazu den Quadranten, oder das aſtronomiſche Netz. Scheiner und Hevel fingen das Bild der Sonne, das durch ein Fernrohr in ein verfinſtertes Zimmer fiel, auf. Wir ziehen heut zu Tage die gerade Betrachtung der Sonne vor, und ſuchen den Unterſchied der Höhe, und des Azimuths, oder den Unterſchied der geraden Aufſteigung, und der Abweichung zwiſchen dem Flecken und dem Mittelpunkte der Sonne, um daraus den Unterſchied der Länge und der Breite zu finden, welchen man zu erhalten, allezeit bemüht ſeyn muß. Es ſey D (Fig. 111.) ein Flecken, oder die Scheibe der Venus, NM der im Scheitelkreiſe ſtehende Durchmeſſer der Sonne: wenn man nun den Durchgang der Sonne, und des Fleckens, durch einen lothrecht ſtehenden Faden PB oder HD beobachtet hat, ſo hat man den horizontalen Unterſchied DB und folglich DE; die Durchgänge auf einem horizontalen Faden MG, EB, geben uns den Unterſchied der Höhe DG, und folg-

lich CE; in dem Dreyeck CED wo man die beyden Seiten kennt, läßt ſich der Winkel ECD und die Hypothenuſe CD finden. Wenn der Winkel, den der Scheitelkreis mit dem Breitenkreiſe LCI macht, oder der Winkel MCI, vom Winkel ECD weggenommen wird, ſo bleibt der Conjunctionswinkel DCK übrig, und wenn man CD mit dem anliegenden Winkel kennt, ſo iſt es leicht die Breite CK des Fleckens, und den Unterſchied der Länge KD zwiſchen der Sonne und dem Flecken zu finden.

947. Wenn man verſchiedene Tage nach einander, den Unterſchied der Länge und der Breite zwiſchen dem Flecken und dem Mittelpunkte der Sonne beobachtet hat (946), ſo zeichnet man ſie auf einen Bogen Papier, um von ihrem Fortgange urtheilen zu können; es ſey S in der 114ten Figur der Mittelpunkt der Sonnenſcheibe; SE ein Theil der Ekliptik, M ein Flecken, ML der Unterſchied der Breite, zwiſchen der Sonne und dem Flecken, X, V, M, O die auf einander folgenden Stellungen des Fleckens, auf ſeinem ſcheinbaren Parallelkreiſe RO, ſo wird man leicht bemerken, daß dieſe Stellungen ohngefähr eine Ellipſe bilden, wenn es nicht gegen Anfang des Junius, und des Decembers iſt, da dieſe Ellipſe ſich in eine gerade Linie verändert.

948. Die ſcheinbare Eröffnung der Ellipſen welche die Sonnenflecken beſchreiben, iſt der Neigung des Seheſtrahls proportional, oder der Erhebung der Erde über die Ebene des Sonnenäquators, und dieſe Erhebung muß ihr Maaß im Mittelpunkt der Sonne finden; es ſey S der Mittelpunkt der Sonne (Fig. 115.), EAQV die Ebene des Sonnenäquators, ST die auf die Erde gerichtete Linie, die beſtändig in

der Ebene der Ekliptik iſt, welche man ſich über die Figur erhoben vorſtellen muß; der Winkel T S V iſt die Erhebung unſers Auges über die Ebene des Sonnen-Aequators, das iſt die Schiefe unter welcher wir dieſen Aequatorialkreis ſehen; und der Sinus dieſes Winkels, wird die kleine Axe der Ellipſe ſeyn, da die große Axe der Sinus totus iſt, (674). Wenn man demnach ſiehet, daß die kleine Axe dieſer Ellipſen $\frac{13}{100}$ ihrer großen Axe ausmacht, zu der Zeit da ſie am weiteſten eröffnet ſind, das iſt zu Anfange des Märzes und des Septembers, ſo kann man daraus ſchließen, daß der Sonnenäquator, niemals mehr gegen unſer Auge geneigt iſt als $7^{\circ}\frac{1}{2}$. Der Winkel TSV iſt die heliocentriſche Breite der Erde, in Anſehung des Sonnenäquators; das Argument dieſer Breite, iſt der Abſtand der Erde vom Knoten des Sonnenäquators, oder im 10ten Grade des Schützen (959.) Die Eröffnung der Ellipſen, welche die Sonnenflecken beſchreiben, zu aller Zeit zu finden, darf man nur den Sinus von $7^{\circ}\frac{1}{2}$ durch den Sinus des Abſtandes der Erde oder der Sonne von einem der Knoten multipliciren.

949. Die vorhergehende Regel, die zu Findung der Eröffnung dieſer Ellipſen vorgeſchrieben worden, ſetzt voraus, daß die Erde während der Erſcheinung eines Fleckens unbeweglich bleibe; es macht aber die Bewegung der Erde, die große Axe dem Anſehen nach, länger, oder ſie verhindert vielmehr, daß der Weg nicht wirklich eine Ellipſe iſt; und die vorhergehenden Regeln können nicht eher richtig ſeyn, bis die Beobachtungen durch Reduction auf das gebracht ſind, was ſie anzeigen würden, wenn die Erde oder die Sonne während des Zeitraumes dieſer Beobachtungen unbeweg-

 lich

lich geblieben wäre. Denn weil die Erde ſich beſtändig über die Ebene des Sonnenäquators erhebt, ſo erlaubt ſie nicht daß der durch den Flecken beſchriebene Kreis, jemals ganz genau ſich in Geſtalt einer geraden Linie, oder einer Ellipſe zeigen kann, wie es ſtatt finden würde, wenn die Erde unbeweglich bliebe, oder es entſteht wenigſtens eine Ellipſe daraus, die alle Tage ihre Geſtalt ändert; daher dient uns dieſer ſcheinbare Weg, oder die auf einem Bogen Papier gezeichnete krumme Linie, zu nichts weiter, als nur den Fortgang, oder die Richtigkeit der Beobachtungen zu erkennen, und uns bey der Berechnung ein Hülfsmittel darzureichen.

950. Wenn der Unterſchied der Länge SL (Fig. 114.) und der Unterſchied der Breite LM bekannt ſind (946), ſo findet man daraus die Linie SM, und den Winkel LSM; dieſe gerade Linie SM, die auf der Sonnenſcheibe genommen worden, iſt die Projection oder der Sinus eines Bogens der Sonnenkugel, deſſen Mittelpunkt, im Mittelpunkte S dieſer Kugel liegt; völlig eben ſo, wie bey der Berechnung der Sonnenfinſterniſſe gezeigt worden, daß die Bogen des Umfanges der Erdkugel, die auf eine Ebene in Projection gebracht worden, ihren Sinuſſen gleich werden (672). Den Bogen der Sonnenkugel, der der geraden Linie SM zukommt, oder den Bogen des Abſtandes zu finden, wird folgende Proportion genommen, der Halbmeſſer der Sonne in Secunden ausgedrückt, verhält ſich zum Coſinus des Halbmeſſers der Sonne, wie die Länge SM, zum Sinus des ihr zukommenden Bogens, ſolchergeſtalt erhält man den Bogen oder Winkel, unter welchen ein im Mittelpunkte der Sonne ſtehender Beobachter, den Flecken M von der Erde entfernt, ſehen würde; denn die Erde ſcheint mit dem Punkte S, oder

mit

mit dem Pole ſelbſt, des Kreiſes AROBD welcher der von der Erde geſehene Sonnenrand iſt, eine übereinſtimmende Lage zu haben.

951. Um die Richtigkeit der vorhergehenden Regel deutlich einzuſehen, darf man nur die Linie TG (Fig. 116.) betrachten, ſie berührt die Sonnenſcheibe in G, und macht mit der Linie CAT den Winkel des ſcheinbaren Halbmeſſers CTG; wenn nun dieſer Winkel 15′ enthält, ſo iſt der Winkel TCG von 89° 45′, und ſo iſt es genau die ſenkrechte Linie GH oder der Sinus von 89° 45′ der 15′ oder 900″ zukommt; folglich wird man ſetzen müſſen, 900″ verhalten ſich zum Sinus von 89° 45′, wie die Zahl der Secunden die in dem Abſtande BE beobachtet worden iſt, zum Sinus der Grade und Minuten des Bogens AB, der dieſem zukommt.

952. Nunmehro ſind wir im Stande, die heliocentriſche Länge des Fleckens, und ſeine aus der Sonne geſehene Breite zu beſtimmen. P und E (Fig. 117.) ſollen die Pole der Ekliptik auf der Sonnenkugel vorſtellen, PREK ein größter Kreis, welcher die der Erde zugekehrte Halbkugel, von der entgegen geſetzten Halbkugel abſchneidet; T der Punkt der Sonnenkugel, auf welchen die Erde trifft, das iſt, der Punkt der die Erde in ſeinem Zenith hat, oder der uns mit dem Mittelpunkte ſelbſt, der Sonnenſcheibe übereinzutreffen ſcheint, M der Punkt wo der Flecken ſteht, TM der Bogen des Abſtandes, der nach vorhergehender Rechnung beſtimmt worden (950); der Winkel MTP, welchen der Breitenkreis PT, und der Kreis TM, der den Ort der Erde mit dem Orte des Fleckens verbindet, machen, beſteht aus einem rechten Winkel PTL, und dem ſphäriſchen Winkel LTM, welcher ebenderſelbe geradlinichte Winkel LSM der 114ten Figur iſt, der

durch Beobachtung beſtimmt worden (950). In dem Kugeldreyeck MTP, das auf der erhabenen Fläche der Sonnenkugel gebildet wird, kennt man die Seite PT welche allezeit 90° hält, TM die der Bogen des Abſtandes iſt, und den Winkel PTM; man ſucht den Winkel TPM am Pol der Ekliptik, welcher der Unterſchied der Länge iſt, zwiſchen dem Orte der Erde und dem Orte des Fleckens, der auf den Punkt L der Ekliptik trifft; man findet auch PM welches der Abſtand des Fleckens vom nordlichen Pol der Ekliptik iſt, und erhält die heliocentriſche Breite LM dieſes Fleckens.

953. Der Unterſchied der gefundenen Länge wird zu der Länge der Erde addirt (zu der nämlich der Sonne, die um 6 Zeichen vermehret worden); wenn der Punkt L wirklich rechter Hand oder gegen Abend vom Mittelpunkte der Sonne iſt (Fig. 114. 117.); er wird aber abgezogen, wenn der Flecken auf der Morgenſeite der Sonne iſt, wenn er nämlich noch nicht durch ſeine ſcheinbare Conjunction gegangen iſt, ſo erhält man die Länge des Fleckens, vom Mittelpunkte der Sonne geſehen, das iſt, den Punkt der Ekliptik, mit welchen ein Beobachter der im Mittelpunkte der Sonne ſtünde, den Flecken würde zuſammentreffen ſehen.

954. Wenn man nach dieſer Methode, drey Stellungen des aus der Sonne geſehenen Fleckens beſtimmt hat, ſo kennt man, durch Längen und Breiten drey Punkte X, V, M (Fig. 117.) von einem kleinen Kreiſe RXVM, der mit dem Sonnenäquator parallel iſt, aus dieſem kleinen Kreiſe kann man den Pol beſtimmen; und eben dieſer iſt auch der Pol des Sonnenäquators GHK, mit welchem der Kreis MR parallel iſt.

955. Wenn die heliocentriſche Länge eines Fleckens, in denen drey Beobachtungen einerley bliebe,

ſo würde das eine Anzeigung geben, daß ſich die Sonne nicht um ihre Axe drehe, denn der Mittelpunkt der Sonne kann einen Flecken nicht beſtändig mit einerley Punkte des Himmels übereintreffen ſehen, wenn dieſer Flecken durch den Umfang der Sonne fortgebracht wird; es ändert ſich demnach die heliocentriſche Länge eines Fleckens, die wir eben jetzt beſtimmt haben (952) nicht anders, als durch die Bewegung der Sonne; ſie ändert ſich aber nicht gleichförmig, weil die Ekliptik, auf welcher wir die Längen zählen, nicht der Sonnenäquator ſelbſt iſt, um welchen die Bewegung der Sonne geſchiehet, und auf welchem gleichförmige Fortgänge ſtatt finden.

956. Wenn die heliocentriſche Breite eines Fleckens in denen drey Beobachtungen beſtändig bliebe, indem ſich die Länge verändert, ſo würde man daraus verſichert ſeyn, daß ſich der Flecken parallel mit der Ekliptik bewegt, das iſt, um die Pole ſelbſt der Ekliptik, die in dieſem Umſtande mit dem Sonnenäquator zuſammen fallen würde.

957. Wenn ſich aber die Länge und die Breite des Fleckens zugleich ändern, ſo giebt das eine Anzeigung, daß der Flecken einen Parallelkreis mit einem andern Kreiſe als der Ekliptik beſchreibt; woraus die Folge entſteht, daß der Sonnenäquator, gegen die Ekliptik geneigt iſt.

958. Wenn wir eine Reihe Beobachtungen eines Fleckens, während eines halben Umlaufes um die Sonne haben, in der Zeit, da die Sonne in den Knoten ihres Aequators iſt, ſo werden wir dieſen Flecken in ſeiner größten und kleinſten Breite wahrnehmen; der Unterſchied dieſer beyden Breiten, giebt

das doppelte der Neigung des Sonnenäquators; denn es ſey AB (Fig. 114.) der Durchmeſſer des Sonnenäquators, KE die Ekliptik, RO der Parallelkreis des Fleckens, ſo werden die Breiten OE und KR dieſes Fleckens (wenn er auf dem Kreiſe AROE ſeiner größten Breiten iſt) von einander um das Doppelte von EB unterſchieden ſeyn, nämlich um das Doppelte der Neigung des Sonnenäquators, weil in einer von den Beobachtungen, die Breite EO des Fleckens, um die Größe BE größer iſt, als BO, und weil hingegen in der andern Beobachtung, die Breite KR um eben dieſe Größe AK = EB kleiner iſt, als AR oder BO.

Solchergeſtalt können wir auch die Neigung des Mondäquators finden, weil die Mondflecken während einer ganzen Umdrehung des Mondes beobachtet werden können. Weil wir aber die Sonnenflecken, ſelten eine Hälfte ihres Umlaufes hindurch, wahrnehmen, ſo können wir unmittelbar durch die zwo äußerſten Breiten, nicht die Neigung des Sonnenäquators finden; ſondern man ſchließt ſie aus der Ungleichheit der drey beobachteten Breiten.

959. Es giebt verſchiedene Methoden, die gerade zu Beſtimmung derſelben führen, es iſt aber offenbar, daß man ſich ihrer zu bedienen nicht nöthig hat, wenn man nur einige falſche Annehmungen wegen des Ortes des Knoten, und wegen der Neigung des Aequators machen will, bis man eine Annehmung trifft, die genau die drey heliocentriſchen Längen, und zwo aus den Beobachtungen geſchloſſene Breiten giebt. Durch dieſes Mittel findet man, daß der Knoten des Sonnenäquators 2 Z. 10° der Länge hat, daß die Neigung dieſes Aequators gegen die Ekliptik ohnge-

ohngefähr 7° beträgt, und daß ihre wahre Umdrehung in 25 Tagen 14 St. 8′ geſchiehet; daraus dann erfolget, daß die Sonnenflecken, in Anſehung unſrer in 27 Tagen 12 St. 20′ in eben demſelben Punkte der Sonnenſcheibe wieder zu ſtehen kommen können.

Der Sonnenäquator erſcheint mit einer ſehr weit ausgebreiteten Atmoſphäre umgeben, die den Namen des Thierkreislichtes von den Beobachtern erhalten hat (297).

Von der Umdrehung und dem Wanken des Mondes.

960. Der Mond zeigt der Erde beſtändig meiſtens einerley Flecken, wir befinden uns aber innerhalb ſeiner Bahn; wären wir außerhalb der Mondbahn in ſehr großer Entfernung geſtellet, ſo würden wir nach und nach alle Punkte ſeines Umfanges ſehen; daraus folgt, daß ſich der Mond um ſeine Axe drehet, und eine umwälzende Bewegung hat.

961. Es erſcheint, daß dieſe umdrehende Bewegung gleichförmig geſchiehet; und weil die umlaufende Bewegung ungleichförmig iſt, ſo entſteht daraus das Wanken des Mondes (libratio), oder eine geringe Veränderung von 7 bis 8 Graden in dem ſichtbaren Theile der Mondſcheibe, und dieſer Unterſchied, geht bisweilen auf ein Achttheil der Breite der Mondſcheibe.

Galilei, der nach Erfindung der Fernröhre, zuerſt die Mondsflecken beobachtete, (Nuncius ſidereus 1610), war auch der erſte, der das Wanken des Mondes bemerkte. Er ſahe alsdann bald ein, daß

in der Breite ein ſolches Wanken Statt fånde, das von der Neigung der Mondbahn, und der beſtåndig parallelen Lage der Mondaxe herkomme: ich will demnach mit Erklårung derſelben den Anfang machen, weil es auch das erſte iſt, wovon der Entdecker geredet hat. Er beobachtete, daß von den zween Flecken des Mondes, die auf den Abbildungen der Mondſcheibe Grimaldi und Mare Criſium heißen, einer ſich dem Mondrande nåherte, wenn der andre ſich vom entgegengeſetzten Rande, gegen welchen er liegt, entfernte.

962. Zu Erklårung deſſen, wollen wir annehmen, daß der Mond beſtåndig eben dieſelbe Seite gegen einerley Punkt des Himmels richte, und daß einer von ſeinen Durchmeſſern, den wir die Mondaxe nennen wollen, allezeit 2° gegen die Ekliptik geneigt ſey. Es ſey T die Erde (Fig. 118.), TE die Ebene der Ekliptik, TC eine Linie, die 2° gegen die Ekliptik geneigt iſt, L der Mittelpunkt des Mondes, deſſen Axe ILK ſenkrecht auf TC ſey; wenn die Breite des Mondes oder der Winkel LTE von 5° iſt, ſo iſt der Winkel LTC von 3°, und der Winkel GLD ebenfalls; und ein Flecken, der in G, auf dem Mondåquator ſteht, wird vom ſcheinbaren Mittelpunkte D des Mondes, 3° oder $\frac{1}{15}$ des Halbmeſſers des Mondes abzuſtehen erkannt; aber 14 Tage darnach, wenn der Mond M 5° ſůdliche Breite hat, da der Winkel ETM von 5°, und der Winkel CTM von 7° iſt, ſo befindet ſich der Flecken, der in G war, nunmehro in Q, und ſein Abſtand FQ vom ſcheinbaren Mittelpunkte F des Mondes, iſt der Bogen FQ, der dem Winkel CTM gleich iſt, = 7°; demnach erſcheint der Flecken, der im Aequator liegt, 7° gegen Mittag

vom

vom ſcheinbaren Mittelpunkte F des Mondes, indem er vorhero 3° weiter gegen Norden erſchien; folglich erſcheint der Mondflecken 10° weiter gegen Mittag, oder näher am ſüdlichen Rande des Mondes, als da die Breite nordlich in L war. Dabey wird angenommen, daß die Linie TC, auf welche die Axe ſenkrecht gerichtet iſt, unbeweglich ſey, oder daß die Axe IK ſich ſelbſt beſtändig parallel bleibe: wir werden bald ſehen, daß ſie eine Bewegung hat (967); ſie iſt aber in 14 Tagen nicht merklich.

963. Weil die Urſache des Wankens des Mondes ſolchergeſtalt erkläret worden, ſo iſt noch übrig, auch das Wanken in der Länge, durch die Ungleichheit der Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn zu erklären. Von dieſer Hypotheſe hat Riccioli 1651 zuerſt geredet. „Die dritte Hypotheſe,„ ſagt er, „würde auf die Eccentricität des Mondes gegründet ſeyn, „wenn wir uns vorſtellen, daß der Mond immer einerley Fläche, nicht der Erde, ſondern dem Mittelpunkte des eccentriſchen Kreiſes zukehrt, ſo, daß die „Linie, die vom Mittelpunkte der Mondkugel zum „Mittelpunkte des eccentriſchen Kreiſes, den ſie durchläuft, geführt wird, allezeit durch einerley Punkt „der Mondkugel durchgienge.„ Dieſe Hypotheſe wurde von Heveln angewandt, der ſie, wie er behauptet, 1648 ausgeſonnen hatte; Newton und Caſſini nahmen ſie ebenfalls an, und ich will davon mit wenig Worten die Erklärung geben.

964. Der Theorie der elliptiſchen Bewegung zu Folge, iſt der obere Brennpunkt F der Mondbahn ALP (Fig. 119.), derjenige, um welchen der Mond faſt eine gleichförmige Bewegung macht (495): wenn aber die Umwälzung des Mondes auch gleichförmig

iſt,

iſt, wie dieſes die Beobachtung angiebt, ſo wird der Mond nach dem Viertheile der Dauer ſeines Umlaufes, dem Brennpunkte F, den Punkt B ſeiner Oberfläche zu kehren, der in der Erdferne A nach der Linie AFT gerichtet war, und folglich gegen die Erde gieng; in dieſer Stellung der Linie LBF aber, da der Winkel FLT 6 oder 7° hält, iſt der Punkt C des Mondes, der ſeine Richtung gegen die Erde hat, und den ſcheinbaren Mittelpunkt des Mondes macht, um 7° des Umfanges des Mondes vom Punkte B unterſchieden; folglich wird der Flecken, der in B iſt, (der im ſcheinbaren Mittelpunkte der Mondſcheibe wahrgenommen wurde, da der Mond in der Erdferne war), davon 7° entfernt erſcheinen, oder ohngefähr ein Achttheil des Halbmeſſers des Mondes auf der Seite gegen Abend abſtehen; welches auch wirklich ſo beobachtet wird; und man ſchließt daraus, daß die Dauer der Umwälzung des Mondes gleichförmig, und mit der Dauer ſeines Umlaufes gleich iſt, ohne an den Ungleichheiten von dieſer, Theil zu nehmen.

965. Der Grund dieſer vollkommenen Gleichheit zwiſchen der Dauer der Umwälzung und der Dauer des Umlaufes des Mondes iſt nicht ſo leicht einzuſehen. Nachdem Newton aus der anziehenden Kraft der Erde, mit welcher ſie auf den Mond wirkt, gefunden hatte, daß der, gegen die Erde gerichtete Durchmeſſer des Mondes, die auf unſern Seheſtrahl ſenkrecht ſtehenden Durchmeſſer deſſelben, um 280 Fuß übertreffen muß, ſo ſchloß er daraus, daß der größte Durchmeſſer allezeit ſeine Richtung ohngefähr gegen die Erde haben müſſe; und es iſt gewiß, daß der Mondäquator wirklich nach der Lage des Durchmeſſers, der vom Monde gegen die Erde gerichtet iſt,

verlän-

verlängert ſeyn muß, weil die anziehende Kraft der Erde auf diejenigen Theile am ſtärkſten wirkt, die ihr am nächſten ſind.

Nächſt dem muß auch die Umdrehung des Mondes um ſeine Axe, ein an den Polen zuſammengedrucktes Sphäroid daraus machen, und die Mittagskreiſe müſſen elliptiſch werden; demnach müſſen die Mittagskreiſe, der Aequator, und die Parallelkreiſe des Mondes Ellipſen ſeyn; und der Körper des Mondes muß, ſo zu ſagen, wie ein Ey beſchaffen ſeyn, das an den Seiten zuſammengedruckt worden, ohne ſeine natürliche Verlängerung zu ändern.

966. Herr de la Grange nimmt in ſeiner Abhandlung, die 1774 von der Akademie, den Preiß erhalten hat, mit Newton an, daß der Mond, ein gegen die Erde länglichtes Sphäroid ſey, und er findet, daß dieſer Planet, um ſeine Axe eine Art eines Hin- und Herbewegens oder einer Schwingung machen müſſe, durch welche die Geſchwindigkeit ſeiner Umwälzung bald beſchleunigt, bald vermindert wird; daß alsdenn der Mond uns beſtändig faſt einerley Fläche zukehren müſſe, ob er auch gleich, im Anfange eine Umdrehung ſollte erhalten haben, deren Dauer, für ſich allein, nicht der Dauer des Umlaufes gleich geweſen wäre. Er zeigt auch, daß die Geſtalt des Mondes, ſo beſchaffen ſeyn kann, daß das Vorrücken ſeiner Aequinoctialpunkte, oder die rückgängige Bewegung der Knoten des Mondäquators, ohngefähr der rückgängigen Bewegung der Knoten der Mondbahn gleich iſt, ſo wie es die Beobachtungen angeben.

967. Die Knoten und die Neigung des Mondäquators, werden aus drey Beobachtungen eines Fleckens,

ckens, auf eben die Art beſtimmt, die wir für den Sonnenäquator angewieſen haben (959). Es müſſen die Längen der Flecken durch Reduction auf den Mittelpunkt des Mondes gebracht, und zu Beſtimmung der Neigung des Mondäquators die Zeiten erwählet werden, da die Flecken am meiſten nach Norden oder nach Süden ſtehen. Durch dieſes Mittel iſt die Neigung von zween Graden befunden worden, und man hat erkannt, daß der Knoten des Mondäquators allezeit mit dem Knoten der Mondbahn in der Ekliptik ſcheinbar übereinſtimmt.

968. Den Beſchluß von dem, was die Mondbeſchreibung betrifft, will ich damit machen, daß ich etwas von der Höhe der Mondberge erwähne. Hevel beobachtete die Spitzen der Berge im Monde, die bisweilen erleuchtet waren, ob ſie gleich von der Gränze des Lichts um den Dreyzehnten Theil des Halbmeſſers des Mondes entfernt waren; daraus läßt ſich ſchließen, daß dieſe Berge den 338ſten Theil des Halbmeſſers des Mondes zur Höhe haben, oder eine franzöſiſche Meile betragen. Denn, es ſey BM (Fig. 120.) der Sonnenſtrahl, der den Mond im Viertheile erleuchtet, BE die erleuchtete Seite, BH die dunkle Seite, und HM ein Mondberg; wenn nun der Strahl BM den Gipfel M zu erleuchten anfängt, und man die Seite TB, nebſt der Seite BM = $\frac{1}{13}$ des Halbmeſſers TB kennt, ſo iſts leicht, das Dreyeck TBM aufzulöſen, und TM zu finden, deren Ueberſchuß über den Halbmeſſer HM iſt. Der Halbmeſſer des Mondes iſt $\frac{3}{11}$ vom Halbmeſſer der Erde, welcher letztere 3281000 Toiſen enthält; durch dieſe Angaben findet ſich HM von 2643 Toiſen, das iſt, mehr als eine gemeine franzöſiſche Meile.

969. Galilei nahm dieſe Höhe noch größer an, denn er behauptete, den Abſtand BM der hellen Punkte von $\frac{1}{16}$ des Halbmeſſers des Mondes beobachtet zu haben; in dieſem Falle aber, muß man Hevels Beobachtungen, die mehrmals wiederholt, genauer beſtimmt, und viel ſchärfer waren, vorziehen.

Von der Umdrehung, und der Geſtalt der übrigen Planeten.

970. Die Umdrehungen der Sonne und des Mondes, ſind am leichteſten zu beobachten, die übrigen Planeten aber, haben zu ähnlichen Beobachtungen auch Gelegenheit dargereicht. Nachdem Caſſini Flecken in der Venus wahrgenommen hatte, ſo ſchloß er daraus, daß dieſer Planet, ſich in 23 Stunden um ſeine Axe drehen müſſe; die Dauer aber dieſer Umdrehung, iſt nicht ſo leicht zu beobachten, als die vom Jupiter, den man deutlich in 9 Stunden 56′ ſich um ſeine Axe umdrehen ſiehet. Es erſcheint, daß des Jupiters Aequator nur 2 oder 3 Grade gegen die Bahn dieſes Planeten geneigt iſt, ohngefähr wie die Bahn der Nebenplaneten. Die zuſammengedruckte Geſtalt des Jupiters, iſt ſehr merklich, ſeine Axe iſt um $\frac{1}{14}$ kleiner, als der Durchmeſſer ſeines Aequators, und es iſt dieſes eine natürliche Folge von der Schwungkraft, die aus einer ſo ſchnellen Umdrehung entſteht.

Die Umdrehung des Mars, die Caſſini 1666 beobachtet hat, ſchien von 24 Stunden 40′ zu ſeyn.

Die Umdrehungen des Merkurs und Saturns laſſen ſich nicht beobachten, der eine iſt allzunahe bey

der

der Sonne, als daß man Flecken auf ihn bemerken könnte, und der andre, iſt zu weit von uns entfernt.

971. Die Erſcheinungen des Saturns gehören unter die allerſonderbareſten Dinge, die am Himmel beobachtet worden, denn bisweilen erſcheint er völlig rund, und bisweilen nimmt man an ihm zween Arme wahr; über dieſe beſondern Anſichten ſtritten die Sternkündiger lange Zeit, bis Huygens 1659 davon die Erklärung gab.

Saturn iſt mit einem ſehr dünnen Ringe umgeben, der faſt ganz eben iſt, concentriſch mit dem Saturn, und in allen ſeinen Punkten gleichweit von ihm abſtehend; er wird durch die natürliche, und zugleich wirkende Schwere aller ſeiner Theile erhalten, eben ſo, wie ſich eine Brücke, die ſo groß wäre, daß ſie die ganze Erde umfaßte, ohne Pfeiler erhalten würde.

972. Der Durchmeſſer AB des Ringes des Saturns (Fig. 121.), verhält ſich zum Durchmeſſer der Kugel des Saturns CD, wie 7 zu 3 nach Pounds Abmeſſungen; der Raum E, der zwiſchen der Kugel und dem Ringe bleibt, iſt nach Huygens Beſtimmung ohngefähr der Breite des Ringes gleich, oder etwas weniges größer; folglich iſt die Breite des Ringes ohngefähr $\frac{1}{3}$ des Durchmeſſers des Saturns, eben ſo wohl als die leeren und dunkeln Räume E, die zwiſchen der Kugel und den Armen bemerkt werden. Er hat eine Neigung gegen die Ekliptik von 31° 23′, und durchſchneidet ſie in 5 Z. 17° der Länge.

973. Der Ring des Saturns wird bisweilen unſichtbar, und es finden ſich drey Umſtände, welche die runde Geſtalt deſſelben veranlaſſen können. Wenn

Saturn

Saturn um den 20ſten Grad der Jungfer oder der Fiſche ſteht, ſo iſt die Ebene ſeines Ringes gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet, und erhält nur Licht auf ſeine Dicke, die aber nicht beträchtlich genug iſt, um in ſo weiter Entfernung bemerkt werden zu können; Saturn erſcheint alsdenn rund und ohne Ring, dieſes muß gegen den 22ſten October dieſes 1773ſten Jahres erfolgen; in dieſem Falle bemerkt man einen dunkeln Streifen, der mitten durch den Saturn geht, und durch den Schatten des Ringes auf der Kugel verurſachet wird. Dieſe Verſchwindung dauret ohngefähr einen Monat.

974. Der Ring des Saturns wird auch unſichtbar, wenn die Ebene des Ringes durch unſer Auge geht, indem er gegen die Erde gerichtet iſt; wir ſehen alsdenn nur ſeine Dicke, die zu geringe iſt, oder zu wenig Licht zurückwirft, um von uns bemerkt werden zu können; endlich kann auch dieſer Ring unſichtbar werden, wenn ſeine Ebene zwiſchen der Sonne und uns durchgehet, weil alsdenn die erleuchtete Seite nicht gegen uns gekehret iſt; ſo lange ſich Saturn zwiſchen dem 11 Z. 20° und 5 Z. 20° der Länge aufhält, ſo erleuchtet die Sonne die mittägige Oberfläche des Ringes: wenn alsdenn die Erde über die nordliche Oberfläche erhaben iſt, ſo kann ſie das Licht des Ringes nicht ſehen, und dieſe Zeit, wird eine von der runden Erſcheinung ſeyn; demnach kann man die Arme zweymal in eben dem Jahre verſchwinden, und zweymal wieder erſcheinen ſehen, wie es auch wirklich beobachtet worden iſt (Mémoir. Acad. 1715).

975. Zum Beyſpiel 1773 muß den 10ten October die Erde ſich in der Ebene des Ringes befinden, und

er wird uns unſichtbar, ſogar 8 Tage vorher. Wir werden ihn hernach nicht eher wieder ſehen, als den 23ſten Januar 1774, indem die Sonne ſeit dem 8ten ebenfalls gegen Norden des Ringes gegangen; denn es werden ohngefähr 15 Tage erfodert, bis die Sonne, wenn ſie genugſam über die Ebene des Ringes erhoben iſt, hinreichendes Licht darauf verbreite, und wir es wahrnehmen können; weil aber Saturn den 8ten September in Conjunction mit der Sonne ſeyn wird, ſo wird es ſchwer ſeyn, die erſte Verſchwindung den 24ſten März wohl zu beobachten; wenn hernach die Erde wieder gegen die Ebene des Ringes kommt, ſo muß er zum zweytenmale verſchwinden, bis zum 11ten Julius, da die Erde aufs neue wieder durch dieſelbe Ebene gehet, und dieſer Ring nachher in 15 Jahren nicht wieder verſchwinden wird. Ich habe die Beweiſe und Rechnungen davon ausgearbeitet, die in den Mémoires der Akademie für 1773 zu finden ſeyn werden.

Von der Vielheit der Welten.

976. Die Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde, die in dieſem ganzen Buche iſt gezeigt worden, hat die größten Weltweiſen bewogen, zu glauben, daß die Planeten eben ſo, wie unſre Erde, lebendige Geſchöpfe aufzunehmen beſtimmt wären, und daß ſie bewohnt würden. Die Menge der Welten findet ſich ſchon in den orpheiſchen Geſängen, oder den alten griechiſchen Gedichten, die dem Orpheus zugeſchrieben werden (Plutarch. de Plac. philoſ. Libr. 2. Cap. 13.): die Pythagoräer, als Philolaus, Nicetas, und Heraclides behaupteten in ihren Lehren, daß alle Geſtirne, eben ſo viel Weltgebäude wären (Plutarch.

Libr. 2.

Libr. 2. Cap. 13. 30.): (Achilles Tatius Iſag. ad Arati phaenom. Cap. 13. Diogen. Laërt. in Emped.). Verſchiedene alte Weltweiſen nahmen ſogar eine Unzählbarkeit der Welten an, die unſre Augen nicht zu erreichen vermögen (Epicurus, Lucretius, Libr. 2. v. 1086.), alle Epikureer waren dieſer Meynung zugethan: und Metrodorus behauptete, daß es eben ſo ungereimt ſey, in den unendlichen Raum nur ein einziges Weltgebäude zu ſetzen, als zu ſagen, daß nur eine einzige Kornähre in einem unermeßlichen Felde wachſen könne (Plutarch. Libr. 1. Cap. 5.): Xenophanes, Zeno von Elea, Anaximenes, Anaximander, Leucippus, und Democritus behaupteten es gleichfalls. Es gab auch endlich Weltweiſen, welche zwar zugaben, daß unſre Welt die einzige ſey, aber Einwohner im Monde annahmen; von denen waren Anaxagoras (Macrob. Somn. Scip. Libr. 1. Cap. 11.), Xenophanes (Cic. Acad. quaeſt. Libr. 4.), Lucius (Plutarch. de Oracul. defectu; de facie in orbe lunae.). Eine viel weitläuftigere Nachricht dieſer Meynungen der Alten von der Vielheit der Welten, kann man beym Fabricius finden (Biblioth. graec. Tom. I. Cap. 20.) und in der Abhandlung von Herrn Bonamy (Acad. des Inſcript. Tom. IX.). Hevel nennt die Bewohner des Mondes Seleniten, und unterſucht alle Erſcheinungen, die auf ihren Planeten wahrzunehmen ſind (Selenograph. pag. 294.), nach Keplers Beyſpiele (Aſtronom. lunaris).

977. Durch den Herrn von Fontenelle wurde hierauf dieſe Meynung von mehr als einer Welt, mit allen Annehmlichkeiten, und aller Scharfſin-

nigkeit ausgeſchmücket, die ſich bey Muthmaßungen in der Naturkunde anbringen laſſen; Huygens (der 1695 ſtarb) hat in ſeinem Buche, das den Titul Cosmotheoros führt, ſehr weitläuftig von dieſer Materie gehandelt. Denn, die Aehnlichkeit der Erde mit den übrigen Planeten, iſt ſo vollkommen, daß, wenn wir annehmen, die Erde ſey geſchaffen worden, um bewohnt zu werden, wir keinen Zweifel hegen können, daß es die Planeten nicht auch gleichermaßen ſeyn ſollten; und wenn wir uns einige nothwendige Verhältniß, zwiſchen dem Daſeyn der Erdkugel, und dem Daſeyn der Menſchen vorſtellen, ſo ſind wir gezwungen, ebendaſſelbe auch auf die Planeten anzuwenden; und wer hierbey ſeinen Beyfall verſagen wollte, würde eben ſo unrichtig verfahren, als derjenige, welcher geſehen hätte, daß von einer Heerde Schaafe einige, thieriſche Eingeweide hätten, und dennoch glauben wollte, daß die übrigen nichts anders als Steine in ſich haben könnten.

978. Wir ſehen ſechs Planeten um die Sonne gehen, die Erde iſt von ihnen der dritte; dieſe ſechſe laufen alle in elliptiſchen Bahnen; ſie haben eine umdrehende Bewegung wie die Erde; ſie haben, eben wie dieſelbe, Flecken, Ungleichheiten, Berge; drey haben Nebenplaneten, und die Erde iſt auch ein ſolcher Hauptplanet; Jupiter hat eine eingedruckte Geſtalt, wie die Erde; ja es iſt nicht ein einziges ſichtbares Merkmaal der Aehnlichkeit, daß ſich nicht ſollte bey den Planeten und der Erde wirklich beobachten laſſen: iſt

es demnach möglich, daß man annehmen kann, das Daſeyn lebendiger und denkender Geſchöpfe ſey bloß auf die Erde eingeſchränkt? worauf ſollte ſich doch wohl dieſer Vorzug gründen? vielleicht auf die ſchwache, und furchtſame Einbildungskraft dererjenigen, die ſich über die Gegenſtände ihrer unmittelbaren Empfindungen nicht zu erheben vermögen? was ich hier von den ſechs Planeten behaupte, die um die Sonne laufen, erſtreckt ſich natürlicherweiſe auf alle Planetenſyſteme, welche die Fixſterne umgeben; jeder Stern ſcheint, wie die Sonne, ein leuchtender und unbeweglicher Körper zu ſeyn: wenn die Sonne geſchaffen worden, um die Planeten, die ſie umgeben, an ſich zu halten und zu erleuchten, ſo muß man eben das bey den Fixſternen vermuthen; und wenn man annimmt, daß das Daſeyn der Bewohner der Erde, in einiger nothwendigen Verhältniß mit dem Daſeyn der Erdkugel ſteht, ſo muß man auch annehmen, daß die übrigen Planeten bewohnet werden.

979. Es hat Schriftſteller gegeben, die eben ſo furchtſam als andächtig geweſen, welche dieſe Beſchaffenheit der Welt, als ein Syſtem verworfen haben, das der Religion zuwider ſey; dadurch haben ſie die Ehre des Schöpfers ſchlecht vertheidiget: wenn die Unermeßlichkeit ſeiner Werke, uns ſeine Macht verkündiget, kann man davon eine Vorſtellung erwecken, die herrlicher und erhabener als dieſe iſt? Wir erblicken mit den bloßen Augen viele Tauſende von Sternen; am ganzen Himmel findet ſich keine Gegend, wo ein gemeines Fernrohr nicht ſollte faſt eine eben ſo große Anzahl Sterne ſichtbar machen,

als das bloße Auge in einer völligen halben Himmelskugel wahrnehmen kann; gehen wir zu den großen Teleſkopen, ſo entdecken wir eine neue Ordnung der Dinge, und eine neue Menge von Sternen, welche die Fernröhre nicht vermuthen ließen; und je vollkommener die Werkzeuge ſind, je mehr wird dieſe Unzählbarkeit neuer Welten gehäufet und ausgebreitet; die Vorſtellungen der Vernunft dringen in entferntere Weiten ein, als das Teleſkop, und entdecken eine neue Menge von Weltgebäuden, die unendlich größer iſt, als die Menge, von welcher unſre ſchwachen Augen die Spur wahrnehmen konnten; die Einbildungskraft geht weiter, ſie ſucht Gränzen, ohne ſie zu finden; in welch Erſtaunen ſetzt uns ein ſolcher Anblick!

Zwölftes Buch.

Von der Schwere, oder der anziehenden Kraft der Planeten.

Die Schwere iſt diejenige Kraft, von welcher wir alle Augenblicke Erfahrungen haben, durch welche alle Körper mit der Erdkugel in Verbindung erhalten werden, und von ſelbſt alsbald wieder auf ſie zurückfallen, wenn ſie von ihr entfernt worden, und frey ſind.

980. Dieſe Schwere, iſt die Wirkung einer allgemeinen Kraft, die in der ganzen Natur ausgebreitet iſt, und ſich in allen Körpern eben ſowohl als in der Erdkugel befindet, wovon wir bald die Beweisgründe vortragen wollen (989); wir müſſen aber den Anfang, mit der Unterſuchung ihrer Wirkungen auf der Erde machen, ehe wir ſie in den übrigen Theilen des Weltgebäudes in Betrachtung nehmen können.

981. Die erſte Erſcheinung, welche man bey der Schwere der Körper des Erdbodens wahrnimmt, iſt die Geſchwindigkeit, mit welcher ſie gegen die Erde zu fallen: alle Körper, ſie mögen groß oder klein ſeyn, die Beſchaffenheit ihrer Ausdehnung, Größe, Dichtigkeit und Maſſe mag ſeyn wie ſie wolle, fangen mit einer Geſchwindigkeit an zu fallen, die 15 Fuß in der Secunde (oder genauer 15,0515 unter dem Aequator) beträgt; nachdem ſie aber in der erſten Zeitſecunde 15 Fuß tief gefallen ſind, ſo fallen ſie in der folgenden Secunde dreymal ſo tief, in der dritten

fünfmal ſo tief; die Räume ſind demnach wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. f. Galilei hat dieſes Geſetz zuerſt erkannt, das nachgehends durch alle Erfahrungen iſt beſtätiget worden.

982. Hieraus fließt offenbarlich, daß die durch den fallenden Körper beſchriebenen Räume ſich wie die Quadrate der Zeiten verhalten; denn der Körper, welcher am Ende der erſten Secunde, nur eine Ruthe tief gefallen war, iſt am Ende von zwo Secunden vier Ruthen, nach drey Secunden neun Ruthen tief gefallen, u. ſ. f. Daher ſind die Räume bey dem Falle der Körper, wie die Quadrate 1, 4, 9, 16 der Zeiten 1, 2, 3, 4 während des Falles.

983. Dieſer Erfolg, der durch die Erfahrung beſtätiget iſt, wird durch die eigentliche Beſchaffenheit der Sache ſelbſt angezeigt; denn da die Schwere eine beſtändige Kraft iſt, ſo wirkt ſie ohne Unterbrechung auf den Körper, der ihrer Kraft unterworfen iſt, ſo lange ſein Fall dauret; und die Räume, durch welche der Körper fällt, müſſen ſich alsbald wie die Quadrate der Zeiten verhalten. Denn, wenn wir die Zeittheile der Dauer des Falles, durch Theile einer Linie BK (Fig. 122.) vorſtellen, die gleichmäßig wächſt, und gleiche Abtheilungen BG, GM hat; ſo wachſen die Geſchwindigkeiten des fallenden Körpers, in eben der Proportion, weil in jedem Augenblicke ein neuer Grad der Geſchwindigkeit, der dem vorigen gleich iſt, hinzukommt, der jenen nicht aufhebt, ſondern ſich mit ihm vereiniget; dieſe Geſchwindigkeiten können demnach ganz richtig durch die Ordinaten GH, KL des Drevecks ausgedruckt werden, weil dieſe Ordinaten gleichförmig, oder wie die Zeiten BG, BK wachſen. Die Räume, durch welche der Körper

per in jedem Zeittheile gefallen iſt, müſſen ſo viel größer ſeyn, als die Dauer dieſes Zeittheiles länger, und die Geſchwindigkeit größer iſt; weil aber die Zeittheile durch BG oder BK, und die Geſchwindigkeiten durch GH oder KL ausgedruckt ſind, ſo kann der abſolute Werth der durchlaufenen Räume, durch das Product aus den Linien BG in GH, oder aus den Linien BK in KL, das iſt, in jedem Falle durch die Ebene des Dreyecks ausgedrückt werden; es verhält ſich aber die Ebene des kleinen Dreyecks, zu der Ebene des großen, wie das Quadrat von BG zu dem Quadrate von BK; folglich verhalten ſich die Räume, wie die Quadrate der Zeiten.

984. Weil nun die Räume, ſich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, und die Geſchwindigkeiten ſich wie die Zeiten verhalten, während welchen ſie erreicht worden ſind, ſo verhalten ſich die Räume wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten; folglich ſind die Geſchwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den Räumen, das iſt, aus den Höhen, von welchen die ſchweren Körper herabfallen müſſen, um dieſe Geſchwindigkeiten zu erreichen. Man kann gleichermaſſen ſagen, daß die Geſchwindigkeiten ſich wie die Wurzeln aus den doppelten Höhen verhalten, oder aus den Räumen, welche mit eben denſelben erlangten Geſchwindigkeiten, gleichförmig würden durchlaufen worden ſeyn.

985. Man muß dieſen Satz, auf jede beſtändige, anziehende Kraft anwenden, auf jede Kraft nämlich, die gleichförmig, beſtändig, und ohne Unterbrechung wirkt; die durchlaufenen Räume verhalten ſich alsdenn nothwendig wie die Quadrate der Zeiten; von dieſer Anmerkung wird öfters Gebrauch gemacht, man nimmt allezeit an,

daß, wenn f die Kraft bedeutet, dt das kleine Zeittheilchen, und de den kleinen Raum, ſo muß $fdt^2 = de$ ſeyn; um demnach die Kraft eines jeden Planeten, mit der Kraft zu vergleichen, welche die Erde gegen die ſchweren Körper anwendet, ſo wird f für die beſchleunigende Kraft eines andern Planeten, als des Mondes, angenommen, ſo daß f, von der Kraft der Erde, in gleichem Abſtande $\frac{1}{70}$ iſt, und dt eine Anzahl Secunden ausdrückt, als 4″, und man erhält den Raum, der durch dieſe Kraft f in 4″ würde durchlaufen werden können, $= fdt^2 = \frac{1}{70}.16$, oder $\frac{16}{70}$ der 15 Fuß, welche die Körper auf der Erde, durch die Kraft derſelben durchlaufen (981). Wenn die Kraft nicht beſtändig und gleichförmig iſt, ſo iſt die Vermehrung der Geſchwindigkeit, in jedem Augenblicke, in zuſammengeſetzter Verhältniß der Kraft, und der Zeit, während welcher dieſe Kraft wirkt.

986. Daraus, daß alle beſchleunigende, beſtändige Kräfte, machen, daß Räume durchlaufen werden, die ſich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, habe ich auch geſchloſſen, daß die Seculargleichungen wie die Quadrate der Zeiten ſeyn müſſen (455), und dieſes folgt aus eben denſelben Vernunftſchlüßen; denn wenn die Urſache allezeit gleiche Wirkung hervorbringt, und ihre Wirkung niemals vernichtet wird, ſo muß dieſelbe wie die Quadrate der Zeiten wachſen.

987. Eben daſſelbe Geſetz, wird auch bey den himmliſchen Bewegungen beobachtet; ein Planet läuft dadurch nur in einer Bahn, weil er ohne Unterlaß durch eine Centralkraft angezogen wird (479 u. f.); auch die Abweichung der Tangente, oder die kleine Linie AB (Fig. 123.), welche die Wirkung der Centralkraft ausdrückt, und die Größe anzeigt, wie viel

dieſe

dieſe Kraft den Planeten von dem geradlinichten Fortgange PA zurückzieht, verhält ſich wie das Quadrat der Zeiten, welche durch die kleinen beſchriebenen Bogen, als PB ausgedrückt werden; wir wollen dieſes in folgendem Lehnſatze beweiſen.

988. Der Querſinus AE (Fig. 124.) eines unendlich kleinen Bogens AP, iſt $= \frac{AP^2}{AD}$; denn nach der bekannten Eigenſchaft des Kreiſes, iſt $EP^2 = AE . ED$, daher $AE = \frac{EP^2}{ED}$; es ſind aber ED und $ED + EA$ das iſt AD völlig einerley, weil AE unendlich klein iſt, folglich iſt $AE = \frac{EP^2}{AD}$. Anſtatt EP können wir den Bogen AP ſetzen, der von ihr nur um ein unendlich kleines der dritten Ordnung unterſchieden iſt, dadurch erhalten wir $AE = \frac{AP^2}{DA}$; das heißt, die Querſinuſſe oder die Abweichungen von den Tangenten, verhalten ſich wie die Quadrate der kleinen ihnen zugehörigen Bogen. Von dieſer Eigenſchaft der unendlich kleinen Bogen, haben wir ſchon verſchiedene male Gebrauch gemacht; und es folgt überhaupt daraus, daß die Wirkung einer Centralkraft, vermöge welcher ein Planet einen Kreis beſchreibt, ſich verhält wie das Quadrat des beſchriebenen Bogens, oder wie das Quadrat der Zeit.

989. Nachdem wir die Wirkung der Schwere auf der Erde betrachtet haben, müſſen wir nun unterſuchen, ob dieſe Kraft auch bey den übrigen Himmelskörpern Statt findet. Ihre runde Geſtalt reicht alsbald Mittel

kel dar, zu beweiſen, daß in jedem Planeten eine Schwere herrſchen muß, die derjenigen ähnlich iſt, welche wir auf unſrer Erdkugel erkennen. Die Erde hat ſich von dem erſten Augenblicke ihrer Entſtehung an, in eine runde Geſtalt gebildet und das Meer, das ſie umgiebt, nimmt gleichermaaßen eine Rundung an, weil alle Theile nach einem gemeinſchaftlichen Mittelpunkt zu gehen ſtreben, um welchen ſie ſich zu Erhaltung des Gleichgewichtes richten und ſtellen: die geringe Zuſammendrückung, die durch die Schwungkraft hervorgebracht wird, wollen wir hier nicht in Betrachtung ziehen (1009). Dieſes Gleichgewicht würde nicht Statt haben können, wenn ein Theil des Weltmeeres vom Mittelpunkte weiter abſtünde als der andre (809); daraus erhellet demnach, warum die gegenſeitig wirkende Schwere der Theile eines Körpers, nothwendig die runde Geſtalt bey ihm zu wege bringen muß.

990. Es findet ſich demnach in allen Planeten eine Schwere, die mit der auf unſrer Erde ähnliche Beſchaffenheit hat; dahero iſt auch die Materie des Erdbodens nicht die einzige, die mit dieſer Eigenſchaft begabt iſt, die umgebenden Körper zurückzuhalten und anzuziehen; hieraus war ganz natürlich der Schluß zu machen, daß bey der Materie überhaupt, eine anziehende Kraft Statt finde, und daß allenthalben, wo Materie iſt, auch eine Anziehung ſey. Wir wollen nunmehro dem Fortgange unſerer Erkenntniſſe nachgehen, und betrachten, wie ſich dieſes berühmte Geſetz der allgemeinen Anziehung hat entdecken laſſen müſſen, das eine Quelle von ſo vielen andern Entdeckungen iſt, und aus welchem man noch täglich die allerſonderbarſten Folgen zieht, die zugleich auch mit der Beobachtung übereinſtimmend befunden werden.

991. Ana-

991. Anaxagoras, Democrit, und Epikur nahmen ſchon dieſes allgemeine Beſtreben der Materie gegen gemeinſchaftliche Mittelpunkte, es ſey auf der Erde, oder anderswo, an; Plutarch redet in ſeinem Werk von Aufhörung der Orakel in ſehr deutlichen Ausdrücken davon, er erkläret da, wie jede Welt ihren beſondern Mittelpunkt, ihre Länder, ihre Meere, und die nothwendige Kraft habe, ſie zu vereinigen, und um den Mittelpunkt zu erhalten.

Kopernik hatte von der allgemeinen Anziehung eben dieſe Vorſtellung, denn er ſchrieb die runde Geſtalt der Himmelskörper dem Beſtreben zu, das die verſchiedenen Theile ſich zu vereinigen anwenden (Copernic. de reuolut. libr. 1. cap. 9.), woraus die Folge entſtund, daß dieſes Beſtreben, bey jedem Planeten eben ſo wohl als bey der Erde Statt finden mußte. Tycho ſelbſt nahm eine Centralkraft in der Sonne an (407), um die Planeten in ihren Bahnen um ſie zu erhalten, obgleich dieſe Anziehung ſchwerlich mit ſeinem Syſtem zu vereinigen war. Kepler der alle ſeine Vorgänger an Scharfſinnigkeit übertraf, und ſeine glücklichen Muthmaßungen zu vertheidigen wagte, ging mit ſeinen Vorſtellungen viel weiter fort, er ſahe ein, daß die Anziehung allgemein und gegenſeitig war, und daß ſich die anziehende Kraft der Sonne bis auf die Erde erſtrecken müſſe. (De Stella Martis 1609. Epitome Aſtronom. Copernic. 1618. p. 555. Hiſt. des Mathém. par M. Montucla 1758. tom. II. pag. 213, 527, 538). In der Vorrede dieſes berühmten Buches, wo Kepler zuerſt bewies, daß die Planetenbahnen keine Kreiſe wären (468), ſagt er ausdrücklich, daß ſich der Mond und die Erde, wenn ſie nicht in Bewegung wären, einander nähern, und ſich in ihrem gemeinſchaftlichen

Schwer-

Schwerpunkte vereinigen würden. Außerdem behauptet er auch, daß die Wirkung der Sonne, die Ungleichheiten des Mondes hervorbringt; daß die Wirkung des Mondes die Ebbe und Fluth verurſachet; und daß die Sonne die Planeten anziehet, und von ihnen angezogen wird.

992. Und wie ſollte man ſich haben verſagen können, dieſe Folge aus den Erſcheinungen zu ziehen, die man beobachtete? Die Schwere der Körper des Erdbodens erſtreckt ſich über die Gipfel der Berge, ſie zeigt ſich in den oberſten Gegenden der Luft, aus welchen der Hagel, ſo bald er durch die Kälte entſtanden iſt, mit großer Heftigkeit herabfällt; es iſt daher offenbar, daß dieſe Schwere, ſich viel weiter als die Erde, und über die Wolken erſtrecken muß, die ſie umgeben. Der Mond iſt nicht ſehr weit von der Erde entfernt, er läuft um ſie herum, er zeigt ihr beſtändig einerley Seite, ſollte nicht, mußte Kepler ſagen, ein Theil von der Schwere, die alles nach dem Erdboden zutreibt, bis zum Monde reichen? die Körper die in eine herumdrehende Bewegung gebracht worden, gehen, wenn ſie nicht zurück gehalten werden, alſobald nach der Tangente fort (479); der Mond müßte ſich von ſeinem Kreiſe losmachen (wie ſich ein Tropfen Waſſer vom Schleifſteine abreißt), wenn die Erde nicht Kraft genug beſäße, ihn davon zurück zu halten. Durch eben dieſes Urtheil gelangte nachgehends Newton zu der Entdeckung des Geſetzes dieſer Schwere (997).

993. Nachdem Kepler einmal die Vorſtellung gefaßt hatte, daß der Mond von der Erde angezogen werde, und betrachtete, daß jeder Planet mit einer Schwere begabt ſey (989), ſo mußte er daraus den Schluß machen, daß der Mond auch die Erde an ſich

ziehe;

ziehe; und wenn er die Waſſer des Meeres betrachtete, die ſich täglich erheben, wenn der Mond durch den Mittagskreis geht, ſo blieb bey ihm kein Zweifel übrig, daß dieſes nicht ſollte eine Wirkung der anziehenden Kraſt des Mondes ſeyn.

Vornehmlich drückt ſich Kepler in ſeiner neuen phyſiſchen Sternkunde (468), von der Schwere, auf eine Art aus, die für die damaligen Zeiten ſehr merkwürdig iſt. Die Erkenntniß war ihm eindringend und deutlich, daß alle Planeten, der Sonne, und der Mond der Erde eben ſo unterwürfig wären, als die Körper die wir auf der Erde beſtändig vor Augen haben; er ſahe ein, daß die anziehende Kraft zwiſchen allen Körpern des Weltgebäudes allgemein war; daß zween Steine, ſich durch ihre gegenſeitig anziehende Kraft vereinigen würden, wenn ſie ſich außerhalb des Wirkungskreiſes der Erde befinden ſollten; daß die Waſſer des Meeres ſich gegen den Mond erheben würden, wenn ſie die Erde nicht anzöge, und daß der Mond gegen die Erde zufallen würde, wenn ihm die Kraft ermangeln ſollte, durch welche er ſeine Bahn beſchreibt.

Die Vergleichung der anziehenden Kräfte der Himmelskörper, mit dem Anziehen des Magneten, ſchien Keplern um ſo viel natürlicher zu ſeyn, da Gilbert ein Engliſcher Naturkündiger, im Jahr 1600 gezeigt hatte, daß die Erdkugel eine Art eines großen Magneten ſey. Perbellum equidem attigi exemplum magnetis, et omnino rei conueniens, ac parum abeſt quin res ipſa dici poſſit. Nam quid ego de magnete tamquam de exemplo? Cum ipſa tellus, Gulielmo Gilberto, Anglo, demonſtrante, magnus quidam ſit magnes (Kepler de mot. ſtellæ Martis cap. 34. p. 176).

994. Die

994. Die Leſung der Kepleriſchen Schriften, war hinreichend die Gelehrten zu überführen, daß dieſe anziehende Kraft der Materie, allgemein ſey; wir finden auch, daß in England und Frankreich, ſo gar vor Newtons Zeiten, verſchiedene Schriftſteller ausdrücklich davon geſchrieben haben.

In des Fermats Schriften, findet ſich folgende Stelle: (Var. op. Mathem. pag. 24.) „Die gemeine „Meynung iſt, daß die Schwere eine Eigenſchaft ſey, „die ſich in dem fallenden Körper ſelbſt befinde; an„dre behaupten, daß der Fall der Körper, von der „anziehenden Kraft eines andern Körpers herrühre, „der den fallenden an ſich ziehe, ſo wie die Erde. Es „giebt noch eine dritte Meynung, die gar nicht un„wahrſcheinlich iſt, daß zwiſchen den Körpern ein „gegenſeitiges Anziehen Statt finde, das durch ein na„türliches Verlangen bewirkt wird, nach welchem ſich „die Körper mit einander zu vereinigen ſuchen, wie bey „dem Eiſen und dem Magneten deutlich wahrzunehmen „iſt, die ſo beſchaffen ſind, daß wenn der Magnet feſt„gehalten wird, das Eiſen aber frey iſt, ſo geht dieſes „nach jenem zu, und wenn das Eiſen feſtgehalten wird, „ſo geht der Magnet auf daſſelbe zu; und wenn beyde „frey ſind, ſo nähert ſich beyderſeits einer dem andern, „auch allezeit dergeſtalt, daß der ſtärkſte von beyden, „den kürzeſten Weg macht.„

995. Bacon, ſpricht in dem berühmten Buche, das den Titel führt Inſtauratio magna oder Nouum organum (Libr. II. art. 36, 45 & 48.) oft von der magnetiſchen anziehenden Kraft der Erde, gegen die ſchweren Körper, des Mondes gegen die Waſſer des Meeres, und der Sonne gegen den Merkur und die Venus;

nus; er bringt Erfahrungen vor, die zu Beſtätigung dieſer Anziehungen geſchickt ſind; und ob mir gleich bey Durchleſung dieſes Werkes geſchienen, daß der Schriftſteller nicht genugſame Kenntniß der Aſtronomie beſitze, ſo ſieht man dennoch, daß alles, was er von den himmliſchen Anziehungen ſagt, zu Erregung ſehr deutlicher und ſehr phyſiſcher Vorſtellungen von der allgemeinen Schwere, dienlich iſt.

Galilei erkannte auch dieſe natürliche Neigung des Mondes gegen die Erde: Hevel eignete bey Gelegenheit der Kometen, der Sonne eine ähnliche Kraft zu.

Die allgemeine anziehende Kraft, war vornehmlich der Grundſatz des Buches, das Roberval 1644 bekannt machte, und den Titel führt; Ariſtarchi Samii de mundi Syſtemate liber: er eignet allen Theilen der Materie, aus welchen das Weltgebäude beſteht, die Eigenſchaft zu, ſich gegen einander zu beſtreben; daher kommt es, ſagt er, daß ſie ſich in kugelrunde Geſtalt ſetzen, nicht durch die Kraft eines Mittelpunktes, ſondern durch ihr gegenſeitiges Anziehen, und um ſich mit einander ins Gleichgewicht zu ſtellen.

996. Man findet auch, daß das gegenſeitige Anziehen aller Himmelskörper, in einem Buche des Dr. Hooks das ich oben (765) angeführt habe, mit ausdrücklichen Worten angezeigt wird. „Ich will, ſagt „er (pag. 27.) ein Weltſyſtem erklären, das in ver„ſchiedenen Stücken von allen andern unterſchieden iſt, „aber mit den gemeinen Sätzen der Mechanik vollkom„men übereinſtimmt, es gründet ſich auf folgende drey „angenommene Sätze: 1) daß alle Himmelskörper, kei„nen ausgenommen, eine anziehende Kraft oder „Druck gegen ihren eigenen Mittelpunkt haben, wo-

„durch ſie nicht nur ihre eigenthümlichen Theile anzie„hen, und ſie von der Entfernung zurückhalten, wie „wir auf dem Erdboden wahrnehmen; ſondern auch „die andern Himmelskörper anziehen, die ſich in ihren „Wirkungskreiſen befinden ... 2) daß alle Körper, „die eine einfache und gerade fortgehende Bewegung er„halten haben, ihren Lauf in gerader Linie fortſetzen, „bis ſie durch eine andre wirkende Kraft, davon abge„lenkt, und einen Kreis, oder eine Ellipſe, oder eine „andre zuſammengeſetzte krumme Linie zu beſchrei„ben gezwungen werden. 3) Daß die anziehenden „Kräfte, in ihren Wirkungen deſto vermögender ſind, „je näher der Körper, auf welchen ſie wirken, ih„rem Mittelpunkte iſt. Was die Proportion betrifft, „nach welcher dieſe Kräfte eben ſo abnehmen als die „Entfernung zunimmt, muß ich geſtehen, daß ich dieſe „noch nicht unterſucht habe.... Ich theile dieſe Er„öffnung denen mit, die genugſame Zeit und Erkennt„niſſe haben, dieſe Unterſuchung anzuſtellen.„ Dieſes Geſetz, das er zu entdecken aufgab, war ausdrücklich eben daſſelbe, das Newton ſuchte; wir ſehen auch, daß er den Dr. Hook, zu Anfange ſeines Buches de mundi ſyſtemate anführt. (Newtoni Opuſcula 1744, II, 6). S. der M. du Chatelet, Ueberſetzung von Newtons Werke, und Montucla Hiſtoire des Mathém. 1758. tom. II. pag. 527.

Es fehlte demnach zu der entdeckten anziehenden Kraft, nur noch ein Geometer, der das Geſetz erforſchen konnte, nach welchem dieſe Kraft abnimmt; Pythagoras hatte es ſchon erkannt, wie Gregory in der Vorrede ſeiner Element. Aſtronomiæ phyſicæ et geometricæ bemerkt; es war aber in Vergeſſenheit gekommen, und auf keine Art bewieſen, es mußte dahe-

ro aufs neue entdeckt, vornehmlich aber bewieſen werden, und Newton war mehr als jemand im Stande dieſes auszuführen; hätte er dieſes Geſetz nicht gefunden, ſo glaube ich daß es vor Ausgang des letztern Jahrhunderts von andern Geometern würde ſeyn entdeckt worden, denn die Erkenntniße waren ſchon ſo weit getrieben, daß es nicht lange mehr verborgen bleiben konnte; Newton aber trug den Ruhm davon. Von dieſer Entdeckung will ich einen hiſtoriſchen Abriß mittheilen, indem ich eine Stelle aus Heinrich Pembertons unten angeführtem Buche überſetze, der mit Newton zu gleicher Zeit lebte, und deſſen Freund war.

997. „Die erſten Vorſtellungen, durch welche „Newtons Buch Philoſophiæ naturalis principia „mathematica ſeinen Urſprung erhielt, entſtunden in „ihm 1666, da er durch die Peſt genöthiget war, ſich „von Cambridge wegzubegeben. Er ging in einem „Garten ganz allein ſpatzieren, und war in ſeinen Ge„danken mit Betrachtung der Schwere und ihrer Ei„genſchaften beſchäfftiget: dieſe Kraft nimmt nicht „merklich ab, wenn man ſich auch auf die Gipfel der höch„ſten Berge begiebt; es war daher ganz natürlich dar„aus zu ſchließen, daß ſich dieſe Kraft noch viel wei„ter erſtrecken müſſe. Warum, ſagte er, ſollte ſich „dieſelbe nicht bis zum Monde erſtrecken? wenn aber „dieſes wirklich iſt, ſo muß dieſe Schwere auf die „Bewegung des Mondes einen Einfluß haben; viel„leicht dient ſie, den Mond in ſeiner Bahn zu erhal„ten? und obgleich die Kraft der Schwere nicht „merklich geſchwächet wird, wenn die Verände„rung der Entfernung geringe iſt, ſo wie wir ſie „auf dem Erdboden anſtellen können, ſo iſt doch gar „wohl möglich daß dieſe Kraft in der Weite, wo ſich „der Mond befindet, gar ſehr verringert wird. Um

„nun zu einiger Beſtimmung zu gelangen, wie viel „die Größe dieſer Verringerung betragen könnte, dachte „**Newton**, wenn der Mond in ſeiner Bahn durch die „Kraft der Schwere erhalten wird, ſo iſt kein Zweifel, „daß die Hauptplaneten nicht auch vermöge eben der⸗ „ſelben Kraft um die Sonne laufen ſollten. Indem „er aber die Perioden der verſchiedenen Planeten, mit „ihren Entfernungen von der Sonne verglich, fand „er, daß wenn eine der Schwere ähnliche Gewalt, ſie „in ihren Bahnen erhielte, ſo müſſe die Kraft in ver⸗ „kehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung ab⸗ „nehmen (1012). Er nahm dahero an, daß die Wirk⸗ „ſamkeit der Schwere, ſich bis zum Monde erſtrecke, „und in derſelben Verhältniß verringert werde, und „berechnete, ob dieſe Kraft hinreichend ſey, den Mond „in ſeiner Bahn zu erhalten. Er nahm dieſe Rech⸗ „nungen zu einer Zeit vor, da er die Bücher nicht zur „Hand hatte, die ihm hierbey würden nöthig geweſen „ſeyn; und ſetzte der gemeinen Beſtimmung zu folge, „die von den Erdbeſchreibern, und von unſern Seeleu⸗ „ten, gebraucht wurde, ehe **Norwood** die Abmeſſung „der Erde unternahm (800), daß 60 Engliſche Mei⸗ „len einen Grad der Breite auf der Erdkugel machten; „weil aber dieſe Annehmung, ſehr unrichtig war, (in⸗ „dem jeder Grad 69½ Meilen enthalten muß), ſo traf „auch die Rechnung mit ſeiner Erwartung nicht über⸗ „ein; er glaubte damals, daß wenigſtens noch eine an⸗ „dre Urſache da ſeyn müſſe, die in Verbindung mit der „Schwere, auf den Mond wirke, uud ließ von ſeinen „Unterſuchungen in dieſer Sache ab. Einige Jahre „darnach, veranlaßte ihn ein Brief vom Dr. **Hook**, „zu unterſuchen, welches die wahre krumme Linie ſey, „die von einem ſchweren fallenden Körper beſchrieben „wird, den die Erde durch Umwälzung um ihre Axe

„nach

„nach ſich ziehet. Das gab dem Newton Gelegen„heit ſeine erſten Vorſtellungen von der Schwere des „Mondes wieder in Betrachtung zu nehmen. Picard „hatte in Frankreich einen Grad der Erde abgemeſſen „(802), und wenn er ſich ſeiner Abmeſſungen bediente, „ſo ſahe er, daß der Mond in ſeiner Bahn durch die bloße „Kraft der Schwere erhalten werde, (1014), woraus „die Folge kam, daß dieſe Schwere bey dem Entfer„nen vom Mittelpunkt der Erde, nach eben der Art „abnehmen müſſe, als es unſer Erfinder ehemals ver„muthet hatte. Dieſem Satze gemäß fand New„ton, daß die durch den Fall eines Körpers beſchriebe„ne Linie, eine Ellipſe war, von welcher der Mittel„punkt der Erde einen Brennpunkt einnahm; es be„ſchreiben aber die Hauptplaneten auch Ellipſen um „die Sonne (468); er hatte dahero das Vergnügen zu „ſehen, daß dieſe Auflöſung, die er aus bloßer Neu„gierigkeit gemacht hatte, auf die größten Unterſuchun„gen angewandt werden konnte. Dem zufolge entwarf „er ein Dutzend Sätze, die ſich auf die Bewegung der „Hauptplaneten um die Sonne bezogen. Einige Jah„re darnach, reiſete Dr. Halley nach Cambridge um „Newton zu beſuchen, und bewog ihn während ſei„nes Umganges, ſeine Unterſuchungen abermals die„ſem Gegenſtande zu widmen, und gab die Gelegen„heit zur Ausarbeitung ſeines großen Werkes, das „1687 unter oben angeführtem Titel erſchien, (a View „of Sir Iſaac Newton's Philoſophy, London 1728 in „4° Preface).„

998. Ich muß noch hinzufügen, daß Newton von der Zeit an verſchiedene Anzeigungen vor Augen hatte, die dieſe anziehende Kraft beſtätigten; die Verkürzung des Pendels, die in Cayenne beobachtet wor-

den war (805); die zuſammengedruckte Geſtalt des Jupiters; das Wanken oder Vorrücken, und Rückwärtsgehen der Erdferne des Mondes, das durch Beobachtung der Durchmeſſer des Mondes, welche Picard und Auzout mit ihren neuen Mikrometern gemeſſen hatten, bemerkt worden war; alles dieſes gab Merkmahle der anziehenden Kraft.

Seit der Zeit, ſind die Wirkungen dieſer Kraft, ſo richtig erkannt worden, daß dieſes allgemeine Anziehen der Planeten, das gegenſeitige Beſtreben des einen zum andern, durch Bemerkungen von ſo mancherley Arten iſt bewieſen worden; es findet ſich in ſo entfernten Vorfällen; und alle Folgen die daraus gezogen werden, ſind mit den Erſcheinungen ſo übereinſtimmend, daß es unmöglich iſt, daſſelbe ferner in Zweifel zu ziehen.

999. Folgendes enthält eine kurzgefaßte Darſtellung der beobachteten Erſcheinungen, von welchen jede, einzeln betrachtet, hinreichend ſeyn würde, die anziehende Kraft zu beweiſen, wenn auch alle andre unbekannt ſeyn ſollten, die wenigſtens funfzehn Arten beſondrer Beweisthümer für dieſe allgemeine Anziehung abgeben. I) die Ebbe und Fluth, die täglich zweymal den handgreiflichſten und eindringenſten Beweisthum von der anziehenden Kraft des Mondes, jedermann vor Augen leget, von welcher die Erſcheinungen ganz richtig mit der Berechnung der anziehenden Kräfte der Sonne und des Mondes übereinſtimmen, wir wir bald zeigen werden (1082.) II) die Ungleichheiten des Mondes, die ſichtbarlich von der Sonne herrühren (563). III) Die Bewegung der Planeten um die Sonne (479), nebſt dem Geſetze, daß ſich die Würfel der Entfernungen, wie die Quadrate der Zeiten verhalten (1012).

IV)

IV) die elliptiſche Geſtalt der Bahnen, des Mondes um die Erde, aller Planeten, und ſelbſt der Kometen um die Sonne. V) Das Vorrücken der Nachtgleichen (1064). VI) Das Wanken der Erdaxe, das durch die Wirkung des Mondes hervorgebracht wird (1069). VII) Die Ungleichheiten, welchen Jupiter, Saturn und alle Planeten, in ihren verſchiedenen Stellungen unterworfen ſind. VIII) Die ganz ſonderbaren Ungleichheiten des Kometen von 1759, deſſen letzterer Umlauf 585 Tage länger befunden worden, als der vorhergehende, wie die Berechnung der anziehenden Kräfte des Jupiters und Saturns angegeben hat (921). IX) die zuſammengedruckte Geſtalt des Jupiters und der Erde (1074). X) Die anziehende Kraft der Berge auf das Pendel (822). XI) Die Veränderung der Breite und der Länge der Fixſterne (757). XII) Das Abnehmen der Schiefe der Ekliptik (758). XIII) Die Bewegungen der Axen der Planetenbahnen (514); vornehmlich der Erdferne des Mondes (559) die unwiederſprechlich am Himmel beobachtet wird. XIV) Die Bewegung der Knoten aller Planeten (518), vornehmlich der Knoten des Mondes, die ſo beträchtlich und ſo merklich iſt, daß ſich in neun Jahren die Mondbahn umwendet, und daß er 10° von den Sternen abſteht, die er vorher bedeckte, (568). XV) Die Ungleichheiten der Nebenplaneten des Jupiters (845).

Von dieſen funfzehn Arten der Erſcheinungen, können die mehreſten, in dem Syſtem der Wirbel und des vollen Raumes gar nicht erkläret werden, und dadurch wird die Unmöglichkeit des Carteſianiſchen Syſtems auf eine vollſtändige Art dargethan, wenn die Wirklichkeit dieſer Erſcheinungen, und die Art wie ſie aus der anziehenden Kraft entſtehen, bewieſen worden.

Es kann ſich auch jetzt kein Geometer, oder ein bloßer Sternkündiger finden, der nur einigermaaßen von den Erſcheinungen und den neuen Theorien unterrichtet iſt, welcher das Syſtem der Wirbel und des vollen Raumes annoch annehmen, und die Newtonianiſche anziehende Kraft verwerfen ſollte.

1000. Verſchiedene berühmte Naturkündiger haben ſich alle Mühe gegeben, das allgemeine Geſetz des Anziehens, aus einer treibenden Urſache, aus einem flüßigen Weſen, aus der Bewegung der Atomen und dergl. zu erklären *). Würde man aber wohl dadurch weiter gekommen ſeyn? Es würde die Urſache dieſer anfänglichen Bewegung zu erklären übrig geblieben ſeyn, es ſind aber die erſten Grundurſachen über unſern Verſtand erhaben.

Ich habe mit dem Hrn. von Maupertuis und den mehreſten Engliſchen Metaphyſikern die Meynung, daß die anziehende Kraft von einer innern Beſchaffenheit der Materie abhangt. Wenn dieſe Eigenſchaft, ſagt Hr. von Maupertuis **), „metaphyſich unmög„lich wäre, ſo könnten die dringenſten Erſcheinungen „der Natur, nicht machen, daß ſie angenommen wür„de; wenn ſie aber weder Unmöglichkeit noch Wieder„ſpruch enthält, ſo kann man frey unterſuchen, ob die Er„ſcheinungen dieſelbe beweiſen oder nicht; weil alsdenn „bey

*) S. vornehmlich Eſſai de Chymie Mécanique par M. le Sage Citoyen de Genève, das den Preiß bey der Akademie zu Rouen erhalten hat, und das Schreiben von eben dieſem Schriftſteller, in dem Mercure vom Monat May 1756.

**) Diſcours ſur les différentes figures des Aſtres, par M. de *Maupertuis*, 1732 in 8.

„bey der anziehenden Kraft die Frage nur darauf geht, „ob ſie wirklich geſchehe und wahr ſey, man muß daher „in dem ganzen Weltgebäude zu erforſchen ſuchen, ob „ſie ein Grundſatz iſt, der wirklich in der Natur Statt „findet. Es findet ſich aber zuverläßig bey dem Geſetze „des Anziehens, weder metaphyſiſche Unmöglichkeit, „noch Wiederſpruch; oder es iſt nichts zu finden, wor„aus der wiederſprechende Satz ſollte bewieſen werden „können: die Himmelskörper ziehen einander nicht an. „Ich glaube verſichert zu ſeyn, daß mir niemand den „Einwurf machen wird, daß dieſe Eigenſchaft in den „Körpern, gegen einander ſchwer zu ſeyn, weniger be„greiflich ſey, als die andern welche jedermann an ihnen „wahrnimmt. Die Art, wie die Eigenſchaften mit ei„nem Gegenſtande verbunden ſind, bleibt für uns alle„zeit unbegreiflich; man wird gar nicht in Verwunde„rung geſetzt, wenn man ſieht, daß eine Bewegung, „andern Körpern die Bewegung mittheilet, die Ge„wohnheit in der man iſt, dieſe Erſcheinung zu ſehen, „verhindert das Wunderbare dabey wahrzunehmen; „im Grunde aber iſt die treibende Kraft eben ſo wenig „zu begreifen, als die anziehende Kraft. Was iſt „denn dieſe treibende Kraft? (vis impulſiua). Wie „iſt ſie mit dem Körper verbunden? wer würde es ha„ben vorher wiſſen können, daß ſie ſich da befinde, „ohne vorher geſehen zu haben, daß Körper an einan„der ſtoßen?„

„Die Wirklichkeit der andern Eigenſchaften in den „Körpern, iſt nicht eben leichter zu begreifen, und wir „ſind allenthalben genöthiget, anfängliche Geſetze an„zunehmen, von welchen wir weder Grund noch Ur„ſprung einſehen; ihr Daſeyn iſt die einzige Sache, „mit welcher ſich der menſchliche Verſtand beſchäffti-

„gen kann, vornehmlich aber dient es der Meßkunſt „zum Gegenſtande.„

1001. Wir wollen demnach die allgemeine anziehende Kraft annehmen, und die Wirkungen ſuchen, die daraus erfolgen müſſen; ihre Uebereinſtimmung mit den beobachteten und bekannten Erſcheinungen wird uns allenthalben die Gewißheit und Deutlichkeit dieſes Geſetzes kennbar machen.

Wir werden dabey, wie man zu thun pflegt, voraus ſetzen, daß die anziehende Kraft der Maſſe oder der Menge der Theile der Materie die anzieht, proportional iſt; man kann dieſes nicht durch die Sache ſelbſt beweiſen, denn wir können von der Menge der Theile der Materie, nicht anders als aus dem Gewicht oder der anziehenden Kraft urtheilen; ſo lange man aber nicht das Gegentheil darzuthun im Stande iſt, ſo bleibt die Annehmung ſehr natürlich, daß jedes Theilchen mit eben der Eigenſchaft begabt iſt; daß nämlich die anziehende Kraft zweyer Theilchen doppelte Wirkung eines einzigen giebt, und daß die Anziehung überhaupt, der Materie proportional iſt, welche anzieht.

Die Kraft, mit welcher ein Planet angezogen wird, hangt keinesweges von der Maſſe dieſes angezogenen Planeten ab; denn wenn ein einzelnes Theilchen der Materie mit einer Kraft f angezogen wird, ſo wird von allen Theilchen die man neben daſſelbe ſtellt, jedes für ſich mit eben der Kraft f angezogen werden; es iſt auch keine Urſache da, warum das zweyte weniger angezogen werden ſollte, als das erſte; und das Daſeyn des zweyten, ändert nichts in der Kraft die auf das erſte wirkte; folglich hangt die anziehende Kraft nur von der Maſſe ab, welche anzieht, und nicht von derjenigen die angezogen wird.

1002. Es

1002. Es giebt in der neuen Meßkunde verkürzte Ausdrücke, welche die Geometern wegen des häufigen Gebrauches derſelben, nicht zu erklären pflegen, die aber doch denenjenigen hinderlich fallen, welche dieſe Wege erſt antreten; dergleichen iſt der Ausdruck, deſſen man ſich bedient, wenn man ſagt, daß $\frac{S}{r^2}$ die Kraft iſt, welche die Sonne, deren Maſſe S geſetzt wird, in der Entfernung r, gegen jeden Planeten anwendet; die Abſicht iſt auf eine anziehende Kraft gerichtet, und man ſetzt dieſelbe einer Maſſe S gleich, die durch das Quadrat eines Abſtandes r dividirt worden: es ſind aber die Kräfte, die Maſſen, und die Weiten, Dinge von ſehr verſchiedener Art und Eigenſchaft; und man ſieht anfänglich nicht ein, wie hier eine Gleichheit unter ſo verſchiedenen Dingen Statt finden kann.

Um dieſes wohl einzuſehen, iſt zu erwägen, daß wenn man ſich über die Wahl der Einheiten verglichen hat, ſo können alle andre Größen von eben der Art, für Brüche derſelben Einheiten genommen werden, und daß gleiche Brüche nur eine Proportion ausdrücken, die in eine Gleichung verwandelt worden. Man berechnet die Wirkung einer Kraft nur dadurch, daß man ſie mit einer andern Kraft vergleicht; nimmt man demnach die Erde zum Mittel der Vergleichung an, ſo wird, wenn die Maſſe S der Sonne für 365412mal beträchtlicher als die Maſſe der Erde, und ihr Halbmeſſer r, 113mal größer als der Halbmeſſer der Erde angenommen wird, $\frac{S}{r^2}$ ſeyn $\frac{365412}{(113)^2} =$ 29 ohngefähr; das heißt, die anziehende Kraft der

Sonne,

Sonne, mit welcher ſie auf die Körper wirkt, die auf ihrer Oberfläche aufliegen, iſt 29mal ſtärker, als die anziehende Kraft der Erde, mit welcher dieſe auf die Erdkörper wirkt, und anſtatt 15 Fuß in einer Secunde zu durchlaufen (981. 1009), durchlaufen ſie deren 434; denn die Maſſe allein, würde bey gleichem Abſtande, machen, daß 5500000 Fuß durchlaufen würden, in einer 113mal größern Entfernung aber, wirkt die anziehende Kraft 12770mal ſchwächer (1012), daher wird die Sonne machen, daß auf ihrer Oberfläche 434 Fuß in einer Secunde anſtatt der 15 Fuß durchlaufen werden, und die Kraft $\frac{S}{r^2}$ beträgt 29 bey der Annehmung, daß die Kraft der Erde die Einheit iſt.

1003. Wenn man die Veränderungen des ordentlichen Laufes ſucht, welche die Sonne bey dem Monde verurſacht, ſo geſchiehet es dadurch, daß man die Verhältniß unterſucht, die ſich zwiſchen der Kraft der Sonne, den Mond von ſeiner Bahn abzuziehen, und der Kraft der Erde ihn in ſeiner Bahn zu erhalten, findet; oder die Größe, mit welcher die Kraft der Sonne dieſer das Gleichgewicht halten, oder ihr entgegen ſeyn kann. Wenn man dieſe Vergleichung der Kräfte anſtellt, ſo nimmt man die Maſſe eines Planeten zur Einheit an, und drückt die andern Maſſen in Theilen dieſer Einheit aus; man nimmt ferner eine Weite zur Einheit an, und drückt alle andre Weiten durch Einheiten oder Brüche von dieſer erſten Weite aus, das iſt, man vergleicht einen Bruch mit dem andern. Zum Beyſpiel kann man dieſe Proportion machen, die Kraft der Sonne gegen den Mond, die wir S nennen wollen, verhält ſich zu der Kraft der

Erde

Erde gegen den Mond in ſeinem mittlern Abſtande, in zuſammengeſetzter Verhältniß der Maſſe der Sonne zur Maſſe der Erde, und des Quadrats des mittlern Abſtandes des Mondes von der Erde, zum Quadrate des mittlern Abſtandes der Sonne vom Monde, das iſt, wie die Maſſe der Sonne, dividirt durch das Quadrat ihres Abſtandes von dem Monde, oder durch r^2, zur Maſſe der Erde, dividirt durch das Quadrat ihres mittlern Abſtandes von dem Monde. Wir wollen die Maſſe der Erde, zur Einheit der Maſſen annehmen; die Weite des Mondes von der Erde, zur Einheit der Weiten, und die Kraft der Erde, mit welcher ſie gegen den Mond in ſeinen mittlern Entfernungen wirkt, zur Einheit der Kräfte. So wird die vorhergehende Proportion für die Kraft der Sonne gegen den Mond, den Ausdruck geben $\frac{S}{r^2}$.

1004. Wenn man die Aenderungen in dem ordentlichen Laufe eines Planeten, die durch die anziehende Kraft eines andern verurſacht werden, unterſuchen will, ſo gebraucht man hierbey eben dieſelben Ausdrückungen; zum Beyſpiel, die Maſſe der Sonne, die 1 iſt, erhält die Erde in ihrer Bahn in einer Entfernung, die 1 iſt. Jupiter ändert dieſe Wirkung durch eine Maſſe, die ohngefähr 1000mal kleiner iſt, als die Maſſe der Sonne (1020); daher kann ſeine Maſſe oder ſeine Kraft genennt werden $\frac{1}{1000}$; und weil er auch in einer Weite wirkt, die ohngefähr 5mal größer iſt, als die Weite der Sonne (450), ſo iſt ſeine Wirkung 25mal ſchwächer, als die Wirkung der Sonne; folglich muß die Kraft $\frac{1}{1000}$, auch 25mal kleiner genommen werden, man muß nämlich ſetzen $F = \frac{1}{25000}$, um die Kraft des Jupiters gegen die Erde aus-

auszudrücken; dieſe Kraft iſt nur ein fünf und zwanzig tauſend Theil von der Kraft der Sonne gegen die Erde; dieſes iſt die Kraft, deren Wirkung durch die Integralrechnung geſucht wird, indem man die Aufgabe von drey Körpern auflöſt, es wird nämlich geſucht, wie viel die Bewegung der Erde, durch eine Kraft geändert wird, die in jedem Augenblicke $\frac{1}{25000}$ von derjenigen beträgt, durch welche die Erde in ihrer Bahn erhalten wird, deren Richtung aber ſich beſtändig verändert.

Von der Centralkraft in den kreisförmigen Bahnen.

1005. Die Planetenbahnen ſind Ellipſen (468), die Geſetze der anziehenden Kraft aber, müſſen auf eben dieſe Art in den Kreisbewegungen Statt finden, denn die Kreiſe ſind auch Ellipſen, deren Eccentricität unendlich klein iſt; und weil die Betrachtung der Kreisbahnen viel leichter iſt, ſo will ich mich an dieſe halten. Es ſey ein Planet P (Fig. 123.), der um die Sonne S die Kreisbahn PEB, nach Verhältniß der Kraft oder Anziehung der Sonne beſchreibt, und ſich in B krümmt, anſtatt in gerader Linie PA fortzugehen (479). Es iſt ein ausgemachter Grundſatz, daß ein Körper, der in Bewegung geſetzt worden, in ſeinem Laufe nach einer und eben derſelben geraden Linie fortgeht, wofern er hierinnen keinen Widerſtand antrifft, und daß ein kreisförmig bewegter Körper, nach der Tangente fortgeht, ſobald er nicht zurückgehalten, und im Kreiſe zu laufen gezwungen wird (479); daher würde der Planet die Linie PA beſchreiben, wenn er durch die anziehende Kraft des Mittelpunktes S genöthiget würde, aus A nach B niederzugehen; folglich iſt AB die Wirkung oder das Maaß der Centralkraft

während

während der Zeit, welche den Bogen PEB mißt; dieſes bleibt unverändert wahr, von welcher Beſchaffenheit auch der Bogen Pß ſeyn mag, kreisförmig, paraboliſch und dergl., weil daſſelbe die Größe iſt, um welche der Planet von der geraden Linie abgelenkt worden, oder ſich dem Mittelpunkte genähert hat, und weil eine gleiche Annäherung würde erfolgt ſeyn, wenn der Planet von aller Kraft des Wurfes freygeblieben wäre, und ſeinen Weg gerade auf die Sonne zu genommen hätte: die Kraft des Wurfes, die ſenkrecht auf die Linie aus der Sonne gerichtet iſt, kann nicht hindern, daß die Anziehung der Sonne ihre volle Wirkung haben ſollte, da ſie ihr nicht entgegen geſetzt iſt.

1006. Denn wenn der Planet P, durch keinen Wurf von P nach A in Bewegung geſetzt worden wäre, oder wenn die Bewegung, welche ihn nach PA fortzutreiben ſtrebt, vernichtet würde, ſo würde derſelbe Planet P, bloß der Centralkraft überlaſſen bleiben, die von P nach S wirkt, und mit eben der Geſchwindigkeit PC, die BG oder BA gleich iſt, niederſteigen: denn wenn man den Bogen PB der krummen Linie als unendlich klein annimmt, ſo wird er die Diagonale des Parallelogramms CA ſeyn; BA iſt der Raum, den die Centralkraft, wenn ſie alleine wirkte, machen könnte, daß er beſchrieben würde, daher drückt der Querſinus PC, des Bogens PEB, der in einer Secunde Zeit durchlaufen worden, die Centralkraft aus, wovon er die Wirkung iſt. Der Querſinus verhält ſich wie das Quadrat des Bogens PB (988), folglich iſt die Centralkraft wie das Quadrat der Geſchwindigkeit, das heißt, um einen Planeten in ebenderſelben Bahn zu erhalten, würde,

wenn

wenn ſich die Geſchwindigkeit verdoppelte, eine vierfache Kraft erfordert werden.

1007. Die Größe BA iſt auch die Wirkung der Schwungkraft, das iſt, der Kraft, durch welche die Körper, die um einen Mittelpunkt laufen, ſich von ihm zu entfernen ſtreben (479); weil ſie den Raum ausdrückt, den der Körper, wenn er frey wäre, durchlaufen würde, indem er ſich vom Mittelpunkte S entfernt: es iſt aber $BA = PC, = \frac{CB^2}{2CS} = \frac{BP^2}{2PS}$ (988); folglich bringt die Kreisbewegung, eine Schwungkraft hervor, die dem Quadrat der Geſchwindigkeit gleich iſt, das durch den Durchmeſſer des Kreiſes dividirt worden, da die Kraft des Wurfes zur Einheit angenommen worden iſt; ſolchergeſtalt verhält ſich die Schwungkraft, eben ſowohl als die Centralkraft, wie das Quadrat der Geſchwindigkeit.

Man nimmt zum Ausdrucke der Geſchwindigkeit eines Planeten, einen unendlich kleinen Bogen an, weil ein ſolcher nur allein, gleichförmig durchlaufen wird, und die Gleichförmigkeit zum Maaße der Bewegung nothwendig erfordert wird. Es krümmt ſich aber ein unendlich kleiner Bogen, nur um ein unendlich kleines der zwoten Ordnung AB, oder BG, dahero kann die Centralkraft, nur durch ein unendlich kleines der zwoten Ordnung ausgedrückt werden, woraus die Nothwendigkeit der zweyten Differentiale und der Rechnung des Unendlichen bey dieſen Arten von Unterſuchungen erhellet.

1008. Wenn man die Schwungkräfte der verſchiedenen Theile einer Kugel, die ſich um ihre Axe drehet,

drehet, unterſucht, ſo zeigt ſich, daß ſie mit den Halbmeſſern jedes Parallelkreiſes proportional ſind; denn die Geſchwindigkeit jedes Theiles verhält ſich alsdenn wie der Halbmeſſer des Kreiſes, den er beſchreibt, es iſt nämlich PB proportional mit PS, daher iſt die Schwungkraft proportional mit $\frac{PS^2}{2PS}$, das iſt, mit PS, welches die Ordinate wird, die mit der großen Axe der Ellipſe des Meridians parallel iſt, wenn man die zuſammengedruckte Geſtalt der Erde annimmt.

1009. Die Schwungkraft unter dem Aequator der Erde, iſt $\frac{1}{287}$ der Schwere, die man da wahrnimmt, denn dieſe Schwere macht, daß in einer Secunde mittler Zeit, 15, 051 Fuß durchlaufen werden (981); die Schwungkraft wird durch den kleinen Abſtand der Tangente gemeſſen, der für einen Bogen von 15″ nach den Tafeln der Sinuſſe = 0, 00000 00026 44249; man muß ſie vermehren in der Verhältniß des Quadrats der mittlern Sonnenſtunden, und der Stunden der erſten Bewegung, oder der Umdrehung der Erde, die kürzer als die Sonnenſtunden ſind (349), und durch den Halbmeſſer der Erde (802), der auf Linien gebracht iſt, multipliciren; ſo erhält man 7 Linien 5581, welche 286,77 mal in den 15 Fuß enthalten ſind, die von fallenden Körpern durchlaufen werden, und ohngefähr 288 mal in dem gänzlichen Raume, den die ſchweren Körper, unter dem Aequator, ohne die Schwungkraft beſchreiben würden.

Solchergeſtalt würde ein Körper, der von der Kraft der Schwere frey geworden, den Augenblick

nach der Tangente fortgehen, und ſich in der erſten Secunde, von der Oberfläche ver Erde, um 7 Linien entfernen; und dieſes Beſtreben, fortzugehen, das von der Umwälzung der Erde herkommt, verringert um $\frac{1}{288}$ die Schwere, welche unter dem Aequator Statt finden würde. Daraus folgt, daß die ſchweren Körper, wenn ſie in einer Secunde 15,0515 Fuß durchlaufen, ohne die umdrehende Bewegung 15,104 durchlaufen würden.

1010. Wenn man ſich vom Aequator entfernt, ſo nimmt dieſe Schwungkraft, in eben der Verhältniß ab, als die Größe der Parallelkreiſe abnimmt, nämlich wie der Coſinus der Breite, wenn man ſie in der Ebene jedes Parallelkreiſes betrachtet (1008); ſie nimmt aber wie das Quadrat des Coſinus der Breite ab, wenn man ſie in der Richtung des Mittelpunkts der Erde betrachtet; TA ſey (Fig. 124.) die Erdaxe, PG die Wirkung der Schwungkraft auf dem Parallelkreiſe PE, die mit PE proportional iſt; dieſe Kraft nach PG, in der Richtung GT zerlegt, wird noch kleiner nach der Verhältniß des Sinus von AP zum Sinustotus, oder von PE zu PT, wegen der ähnlichen Dreyecke GPD, PET; folglich iſt dieſe Schwungkraft GD, zu der Kraft, die unter dem Aequator Statt findet, wie $PE^2 : PT^2$.

1011. Dieſe Schwungkraft verringert die Kraft der Schwere, und macht folglich die Länge des Secundenpendels kleiner, als ſie ſeyn würde, wenn die Erde unbeweglich feſt ſtünde; man muß, zum Beyſpiel, eine Linie $\frac{53}{100}$ zu der unter dem Aequator beobachteten Länge des Secundenpendels hinzuthun, um die Länge zu haben, die man beobachten würde, wenn die Erde unbeweglich wäre. Unter einer Breite von

60°,

60°, wo der Parallelkreis nur die Hälſte des Aequators iſt, beträgt die Größe, die man zu dem beobachteten Pendel hinzuthun muß, nur das Viertheil von 1 Lin. 53 oder 0‴,38, und wenn man 1‴,53 durch das Quadrat des Coſinus der Breite multiplicirt, ſo erhält man die Correction für jede andre Breite (Bouguer Figure de la Terre, pag. 346); und daraus entſteht auch ein Theil des Unterſchiedes, der oben bey der Länge des Pendels erwähnet worden.

1012. Die Centralkraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, iſt in umgekehrter Verhältniß des Quadrats des Abſtandes.

Beweis. Den erſten Beweisthum, den **Newton** von dieſem berühmten Geſetze wahrnahm (997), iſt der, welcher aus **Keplers** Geſetze fließt (469); der Dr. **Hook** hatte erkannt, daß die Schwere ſo abnehmen müſſe, als man ſich vom Mittelpunkte der Schwere entfernt; er hatte den Geometern aufgegeben, zu erforſchen, nach welcher Proportion ſich dieſe Kraſt verringern müſſe (996). **Newton** hatte, nach **Pembertons** Zeugniß, ſich eben denſelben Begriff davon gemacht. Auf folgende Art, würde man, meiner Meynung nach, haben verfahren müſſen, um dieſe Proportion vermittelſt des Kepleriſchen Geſetzes aufzuſuchen, und zum Beyſpiel, zu erkennen, daß die Kraft der Sonne, den Saturn in ſeiner Bahn zu erhalten, hundertmal kleiner iſt, als die Kraft, durch welche die Sonne die Erde in ihrer Bahn erhält, indem die Entfernung des Saturns zehnmal größer iſt, als die Entfernung der Erde. Ich habe gezeigt, wie **Kepler** zu der Entdeckung dieſes Geſetzes gelangte, wovon wir den Fortgang machen wollen (469); und glaube demnach, daß zur

Geſchichte dieſer großen und wichtigen Entdeckung der Anziehung nichts weiter fehlen wird.

Ich will ſofort durch Zahlen darthun, wie dieſe Proportion ſich wahrnehmen und beſtätigen läßt, ſo bald man Keplers Geſetz kennt. Die 123 Figur ſoll zwo concentriſche Kreisbahnen PB, TV vorſtellen, in welchen zween Planeten, zum Beyſpiel, Saturn und die Erde, ihre Umläufe machen; wir wollen die Bogen PB und TV als unendlich klein und ähnlich annehmen, daß ſie nämlich zwiſchen den Halbmeſſern STP, SVB begriffen ſind; dieſe Bogen PB, TV würden in gleichen Zeiten durchlaufen werden, wenn die Umläufe beyder Planeten gleich wären; weil aber der obere Planet P einen Umlauf macht, der 30mal langſamer, als der von der Erde T iſt, ſo wird er nur einen Bogen PE beſchreiben, indem die Erde den Bogen TV beſchreibt; alsdenn wird PD die Wirkung der Centralkraft ſeyn, welche die Sonne gegen dieſen Planeten anwendet, da TR die Wirkung der Centralkraft iſt, welche ſie gegen die Erde T anwendet (1006); und wir dürfen nur die Verhältniß zwiſchen PD und TR ſuchen. Es iſt klar, daß PE in Graden ausgedrückt, 30mal kleiner als PB iſt, daher iſt PD 900mal kleiner, als PC (988); wenn aber die Weite SP, 9 oder 10mal größer, als ST iſt, wie wir aus Keplers Geſetz erſehen, ſo iſt auch PC 9 oder 10mal größer als RT, daher iſt PD nur 100 mal kleiner als RT, es iſt aber 100 das Quadrat von 10, welches die Entfernung des Saturns iſt, folglich nimmt die Centralkraft ab, wie das Quadrat der Entfernung.

Um dieſen Satz allgemeiner zu beweiſen, ſo iſt zu erwägen, daß, nach dem oben bewieſenen Satze (988),

PD : PC :: PE^2 : PB^2; der obere Planet aber, würde PB durchlaufen haben, wenn die Dauer ſeines Umlaufes, die ich t nennen will, der Dauer 1 des Umlaufes der Erde gleich wäre; daher iſt PE : PB :: 1 : t; und PD : PC :: 1 : t^2; folglich $PD = \frac{PC}{t^2}$. Es verhält ſich aber PC : TR :: PS : TS :: r : 1, weil die Bogen PB und TV ähnlich ſind, daher iſt PC = r. TR, und weil $PD = \frac{PC}{t^2}$ iſt er auch $= \frac{r.TR}{t^2}$, folglich $\frac{PD}{TR} = \frac{r}{t^2}$. Es iſt aber nach **Keplers** Geſetz (469) $t^2 : 1 :: r^3 : 1$ oder $r^3 = t^2$, daher wird $\frac{PD}{TR}$, welches $= \frac{r}{t^2}$, auch = ſeyn $\frac{r}{r^3}$ oder $\frac{1}{r^2}$. Folglich PD : TR :: 1 : r^2; das iſt, die Wirkung der Centralkraft, iſt in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung.

1013. Es war daher dem **Newton** leichte, dieſen Fortgang der Anziehung, vermittelſt des Kepleriſchen Geſetzes zu erkennen. Als er nun dieſe Verhältniß bey der anziehenden Kraft der Sonne gegen die Planeten gefunden hatte, unterſuchte er alsbald die Beſtätigung deſſelben bey dem Monde (997), und fand, daß die Centralkraft, die nöthig iſt, den Mond in ſeiner Bahn zu erhalten, nichts anders, als die natürliche Schwere der Erdkörper iſt, die in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung des Mondes von der Erde verringert worden. Denn, die ſchweren Körper durchlaufen 15 Fuß in einer Secunde Zeit (981), und der Mond beſchreibt einen Bogen ſeiner Bahn, der 0″549 oder ohngefähr 33‴ iſt, deſ-

ſen Querſinus beynahe $\frac{1}{240}$ Fuß iſt; folglich wird der Mond gegen die Erde gezogen, oder der Erde genähert 3600mal weniger, als die Körper auf der Erde; er iſt aber ohngefähr 60mal weiter vom Mittelpunkte der Erde entfernt, demnach nimmt die Kraft, welche auf den Mond wirkt, wie das Quadrat der Entfernung ab.

1014. Man hat ſich nachgehends dieſes erkannten, und außerdem wahren Satzes bedient, die Weite des Mondes, und ſeine Parallaxe zu finden, ehe dieſe noch mit Genauigkeit beobachtet worden. Es ſey e der Halbmeſſer des Erdäquators in Füßen ausgedruckt, x die Verhältniß zwiſchen dieſem Halbmeſſer und der mittlern Weite des Mondes, ohngefähr 60 gleich, ſo, daß die Weite des Mondes e x ſey; f ſey die Kraft der Erde, welche durch die 15 Fuß ausgedruckt iſt, die durch ihre Wirkung in einer Secunde auf ihrer Oberfläche durchlaufen werden, u der Querſinus des Bogens, den der ☽ in einer Secunde Zeit beſchreibt, oder die Größe, um welche der Mond in einer Secunde abgelenkt und gegen uns gebracht wird; dieſer Raum wird daher in Fußmaaße durch u e x ausgedrückt. Nach dem Satze der Centralkräfte aber, iſt eben dieſer Raum auch $= \frac{f}{x^2}$ (1013), ſetzt man nun dieſe beyden Größen in Gleichung, ſo kommt $\frac{1}{x} = \sqrt[3]{\frac{ue}{f}}$, welches der Sinus der Horizontalparallaxe des Mondes unter dem Aequator iſt, oder der Halbmeſſer der Erde durch den Halbmeſſer des Mondes dividirt. Um aber dieſe Größe auf Zahlen zu bringen, nimmt man den Logarithmen des Querſinus, des Bogens, den der Mond in einer Secunde Zeit beſchrieben hat; und ſetzt dieſem hinzu,

den

den Logarithmen des Halbmeſſers des Aequators (823) auf Fußmaaß gebracht, ſo erhält man den Logarithmen von eu = 5,8434490; davon zieht man den Logarithmen von 15 Fuß ab; das Drittheil vom Reſte, iſt der Logarithme des Sinus von 57′ 18″; dieſes iſt die Parallaxe unter dem Aequator, die nur um 6 oder 7″ diejenige übertrifft, welche durch die beſten Beobachtungen gefunden worden (589) und von 57′ 12″ iſt.

1015. Solchergeſtalt iſt das Geſetz der Anziehung, oder deſſen Veränderungen in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung, durch zwo ganz verſchiedene, mit einander aber ſehr wohl übereinſtimmende Arten bewieſen worden. Noch eine andre, ganz beſondre Betrachtung, mußte den Newton überzeugen, daß die anziehende Kraft nothwendig in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung ſeyn müſſe: alle merkliche Eigenſchaften, als die Ausfließungen, das Licht, nehmen in Dichtigkeit und Stärke ab, in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Und die Folge ſeiner Rechnungen, gab ihm davon immer neue Beweiſe, in allen Theilen des Sonnenſyſtems.

1016. Es iſt nicht zu leugnen, daß man bey den Körpern auf der Erde eine Anziehung vermuthet hat, die in verkehrter Verhältniß des Würfels der Entfernungen ſteht, dieſes betrifft aber nicht meinen Gegenſtand; man kann nachſehen, was hiervon geſagt haben Maupertuis (Mémoir. Acad. 1732. pag. 362.); Keill in einem kleinen Tractat, der aus 30 Sätzen beſteht, und bey ſeinen Werken am Ende zu finden iſt; Alembert in der Encyclopédie, bey dem Worte Attraction, (Tom. I. pag. 850.) der P. Boſcovich in dem Buche, das den Titel führt: Philoſophiae na-

turalis theoria, redacta ad vnicam legem virium in natura exiſtentium. Viennae, 1758, in 4to et Venet. 1764.

1017. Das Aufſteigen der flüſſigen Körper in den Haarröhrchen, iſt auch eine nothwendige Folge der anziehenden Kraft der Körper auf der Erde, wie ich in einer Abhandlung von den Haarröhrchen gezeigt habe (bey Deſaint gedruckt 1770). S. Muſſchenbroek, Cours de Phyſique, Tom. II. pag. 1. Ausgabe 1769; Dictionnaire de Chymie de Mr. Macquer bey dem Worte Peſanteur.

1018. Die Maſſe der Planeten, das iſt, die Menge ihrer körperlichen Theile oder ihre anziehende Kraft, läßt ſich auch aus dem Satze des Anziehens herleiten, und man ſchließt daraus leichtlich ihre innere Dichtigkeit, oder ihre beſondere Schwere. Dieſe Entdeckung, die anfänglich ſehr ſonderbar ſcheint, iſt dem ohngeacht doch eine natürliche Folge des Geſetzes der Anziehung, weil die anziehende Kraft ein gewiſſes Kennzeichen der Menge der Materie iſt. Wir wollen zum Mittel der Vergleichung die Maſſe oder anziehende Kraft der Erde nehmen, deren Wirkungen uns bekannt ſind, und vor Augen liegen, und wollen dadurch zu beſtimmen ſuchen, wie groß die Maſſe des Jupiters, in Verhältniß gegen die Maſſe der Erde iſt. Der erſte Nebenplanet des Jupiters, macht ſeinen Umlauf in einer Entfernung vom Jupiter, die eben ſo groß iſt, als die Entfernung des Mondes von der Erde (ſie iſt wenigſtens, nur um ein Zwölftheil kleiner). Wenn dieſer Nebenplanet auch in eben dem Zeitraume um den Jupiter liefe, als der Mond um die Erde läuft, ſo würde offenbar daraus folgen, daß die Kraft des Jupiters, dieſen Neben-

planeten in ſeiner Bahn zu erhalten, der Kraft gleich ſeyn műſſe, welche die Erde anwendet, den Mond in ſeiner Bahn zu erhalten, und daß die Menge der Materie im Jupiter, oder ſeine Maſſe, eben ſo viel betragen műſſe, als die Maſſe der Erde: in dieſem Falle wűrde die Dichtigkeit der Erde 1479mal größer ſeyn műſſen, als die Dichtigkeit des Jupiters, denn die Dicke (oder Volumen) des Jupiters, enthält 1479mal die Dicke der Erde (539); wenn aber das Gewicht einerley iſt, ſo iſt die Dichtigkeit deſto größer, je kleiner der Kőrper in ſeiner Ausdehnung iſt. Wenn aber der Nebenplanet, ſeinen Umlauf 16mal geſchwinder macht, als der Mond, ſo wird 256mal mehr Kraft erfordert, ihn in ſeiner Bahn zu erhalten (16mal 16 = 256), denn die Centralkraft, verhält ſich wie das Quadrat der Geſchwindigkeit (1006); eine doppelte Geſchwindigkeit erfordert und ſetzt voraus eine Centralkraft, die in gleichen Entfernungen vierfach iſt; und die Geſchwindigkeit des Nebenplaneten, die 16mal größer, als die Geſchwindigkeit des Mondes iſt, obgleich in einer eben ſo großen Bahn, erfordert im Jupiter eine wirkende Kraft oder eine Maſſe, die 256mal größer iſt, als die Maſſe der Erde; in dieſem Falle findet man eine 1479mal größere kőrperliche Ausdehnung, und eine nur 256mal größere Schwere, als die Schwere der Erde; daher iſt die Dicke oder kőrperliche Ausdehnung des Jupiters, in Vergleichung gegen die Dicke der Erde, fűnfmal größer, als die Menge der wahren und wirklichen Materie, in Vergleichung gegen die Menge derſelben in der Erde; folglich iſt die Dichtigkeit der Erde fűnfmal größer, als die Dichtigkeit des Jupiters.

1019. Darinnen beſtehet das Weſentliche der Methode nach welcher Newton die Maſſen und Dichtigkeiten der Planeten berechnet hat, die am Ende dieſes Buches zu finden ſeyn werden; je weiter ein Nebenplanet von ſeinem Hauptplaneten entfernt iſt, und je geſchwinder er ſeinen Umlauf macht, deſto mehr Anzeigung giebt er von der Kraft und der Materie des Hauptplaneten der ihn in ſeiner Bahn erhält; ich will darauf die ſcharfe Rechnung anwenden, und die Sonne zum Mittel der Vergleichung annehmen, weil die Aſtronomen ſich derſelben bey Berechnung der himmliſchen Anziehungen bedienen.

1020. Es ſey die zur Einheit angenommene Entfernung des Jupiters von der Sonne. = 1.
Die Dauer des Umlaufs des Jupiters = 1.
Die Kraft der Sonne gegen den Jupiter, = 1.
Der Abſtand eines ſeiner Nebenplaneten, = r.
Die Dauer des Umlaufs deſſelben Nebenplaneten, = t.

Die wirkliche Kraft des Jupiters gegen ſeinen Nebenplaneten, wird ſeyn $\frac{r}{t^2}$, in Vergleichung mit der Kraft der Sonne gegen den Jupiter (1012). Wenn dieſer Nebenplanet, eben ſo weit vom Jupiter entfernt wäre, als es Jupiter von der Sonne iſt, ſo würde die Kraft in dieſem Falle, zu der wirklichen Kraft, die = $\frac{r}{t^2}$, ſeyn müſſen, wie $r^2 : 1$, das iſt, in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung; daher würde alsdenn in ebenmäßigen Abſtande, die Kraft ſeyn $\frac{r^3}{t^2}$; dieſes beſtimmt demnach wirklich die abſolute Kraft

des Jupiters (in Vergleichung auf die Kraft der Sonne, die in gleichen Abſtande betrachtet worden), nämlich ſeine völlige Maſſe oder Menge der Materie die er enthält; es iſt dahero überhaupt, zu Erkenntniß der Maſſe eines Planeten, wenn man die Maſſe der Sonne für die Einheit annimmt, zureichend, den Würfel des Abſtandes eines Nebenplaneten von dieſem Hauptplaneten, durch das Quadrat der Zeit zu dividiren, die er zu ſeinem Umlaufe anwendet, wofern man nur die Einheit der Entfernungen und der Zeiten, bey einem der Planeten die um die Sonne laufen, genommen hat.

1021. Exempel. Die Umlaufszeit der Venus um die Sonne, die 5393 St. beträgt, iſt 13 mal länger als die Umlaufszeit des 4ten Trabanten des Jupiters, die nur 400 St. $\frac{1}{2}$ dauret, daher iſt t = 0,0742716; die Weite des 4ten Trabanten vom Jupiter aus der Sonne geſehen, iſt 8′ 16″, woraus ſich leicht die Weite des Trabanten vom Jupiter, oder der Werth von r = 0,017290 ſchließen läßt, da die Weite der Venus von der Sonne zur Einheit angenommen worden. Nimmt man nun den Würfel von r und das Quadrat von t, und dividirt r^3 durch t^2, ſo erhält man 0,0009370 oder $\frac{1}{1067}$ welches die Maſſe des Jupiters iſt, da die Maſſe der Sonne = 1. Man würde gleichergeſtalt die Maſſe der Erde $\frac{1}{365412}$ finden die Newton $\frac{1}{169282}$ ſetzte, weil die Elemente die er hierbey gebrauchte nicht richtig genug waren.

1022. Wenn dieſe Kraft, oder dieſe Maſſe eines Planeten durch den körperlichen Raum deſſelben dividirt wird, der eben ſo ausgedruckt iſt, indem der körperliche Raum der Sonne zur Einheit angenommen worden, ſo erhält man die Dichtigkeit des Planeten,

die

die in Vergleichung gegen die Dichtigkeit der Sonne geſucht wird; ſolchergeſtalt fand Newton daß die Erde ohngefähr viermal dichter als die Sonne ſey, vier und ein viertheil mal dichter als Jupiter, und ſechsmal dichter als Saturn. (Newton Libr. III. prop. 8. Mac-Laurin Expoſit. des decouv. de Newton pag. 309). Dieſe Dichtigkeiten, ſind in der Tafel, die ſich am Ende dieſes Werkes findet, viel genauer berechnet worden. Man kann ſie mit bekannten Gegenſtänden in Vergleichung ſtellen: man weiß, daß das Spießglas viermal dichter als Waſſer iſt, und ſechsmal dichter als das Holz vom Pflaumenbaum; nimmt man demnach an, daß die Subſtanzen der Sonne und des Jupiters die Dichtigkeit des Waſſers haben, ſo wird der Erde die Dichtigkeit des Spießglaſes zukommen, und Saturn wird die Leichtigkeit des Holzes haben; es ſcheint mir ſogar daß dieſe Subſtanzen mit dem ſehr wohl übereinſtimmen, was ich vermittelſt ihrer habe ausdrücken wollen. Eben die Verhältniß würde man ohngefähr zwiſchen Stahl, Elfenbein, und dem ſchwereſten Holze als Ebenholz finden; hiervon darf man nur die Tafel der eigenthümlichen Schweren nachſehen, die der Abt Nollet in ſeinen Leçons de Phyſique oder Muſſchenbroeck in ſeiner Naturlehre gegeben haben.

1023. Durch vorhergehende Methode, laſſen ſich die Dichtigkeiten der Venus, des Merkurs, und des Mars nicht finden, weil dieſe Planeten keine Nebenplaneten haben, die uns die Stärke ihrer Anziehung merklich machen könnten; weil man aber bey den drey Planeten, deren Dichtigkeiten bekannt ſind, eine Vermehrung der Dichtigkeit erkennt, wenn man der Sonne näher kömmt, ſo iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſer Zuwachs gleichermaaßen bey den drey übrigen Planeten

ten Statt findet: will man verſuchen, ob ein Geſetz in dieſen Zunehmungen zu erkennen iſt, ſo zeigt ſich, daß die Dichtigkeiten faſt den Wurzeln der mittlern Bewegungen proportional ſind; zum Beyſpiel iſt die Bewegung der Erde ohngefähr 11, 86, wenn die Bewegung des Jupiters 1 iſt; die Wurzel aus dieſer Zahl iſt $3\frac{1}{2}$, und die Dichtigkeit der Erde iſt auch wirklich $3\frac{1}{2}$ mal die Dichtigkeit des Jupiters, oder doch ziemlich nahe: man kann dahero eben dieſe Proportion, bey den andern Planeten annehmen; und auf ſolche Art habe ich die Dichtigkeiten berechnet, die in meiner Tafel angegeben ſind.

1024. Wenn man die Maſſe und den Durchmeſſer eines Planeten kennt, ſo läßt ſich leicht die Wirkung der Schwere auf ſeiner Oberfläche finden, nämlich die Kraft der ſchweren Körper auf den Planeten, denn dieſe Kraft iſt in Verhältniß der Maſſe, und in umgekehrter Verhältniß des Quadrats des Halbmeſſers. Solchergeſtalt habe ich in der Tafel, die am Ende dieſes Werkes ſteht, die Geſchwindigkeit der ſchweren Körper auf jedem Planeten, für die erſte Secunde in Füßen und Hunderttheilen derſelben berechnet; es iſt dieſe nichts anders als die Geſchwindigkeit der Körper auf dem Erdboden unter dem Aequator 15′ 104 (Art. 1009) multiplicirt durch die Maſſe jedes Planeten, und dividirt durch das Quadrat des Halbmeſſers, indem man die Maſſe und den Halbmeſſer der Erde zur Einheit annimmt (1002).

1025. Die Maſſe des Mondes, und folglich ſeine Dichtigkeit, laſſen ſich ſchwer auf genaue Beſtimmung bringen, weil ſie ſich durch Erſcheinungen bekannt machen, die wir nicht mit genugſamer Genauigkeit meſſen können; die Höhen der Fluth der Seewaſſer zeigen uns,

uns, daß die Kraft des Mondes $2\frac{1}{2}$ mal die Kraft der Sonne iſt (1090); um nun daraus die Maſſe des Mondes zu beſtimmen, iſts genug wenn man weiß, wie groß ſeine Kraft in der Weite der Sonne iſt.

1026. Die Centralkraft überhaupt, nimmt in umgekehrter Verhältniß des Würfels der Entfernung ab, wenn man ſie nach einer Richtung zerlegt, die von ihrer anfänglichen Richtung verſchieden iſt (1050); man muß dahero die wirkliche Kraft des Mondes, durch den Würfel der Verhältniß der Entfernungen, oder der Verhältniß der Parallaxen $\frac{8'' 5}{57' 3''}$ multipliciren; ſo erhält man die Maſſe des Mondes, da die Maſſe der Sonne zur Einheit angenommen worden; es iſt aber die Maſſe der Erde nur $\frac{1}{365411}$ der Maſſe der Sonne (1021); daher muß die gefundene Maſſe noch durch dieſen Bruch dividirt werden, ſo findet ſich $\frac{1}{71}$ welches die Maſſe des Mondes iſt, da die Maſſe der Erde für die Einheit angeſetzt iſt.

1027. Die Sache läßt ſich auch folgendermaaßen betrachten; die Maſſe der Erde $\frac{r^3}{t^2}$ (1020) iſt $\left(\frac{9''}{57'}\right)^3 \cdot \left(\frac{365}{27}\right)^2$, da die Maſſe der Sonne die Einheit iſt; die Maſſe des Mondes iſt $\left(\frac{9''}{57'}\right)^3 \cdot 2\frac{1}{2}$, ſie verhalten ſich demnach wie $\frac{2}{5}\left(\frac{365}{27}\right)^2 : 1$; daher gibt das Quadrat der Dauer des Jahres 365 T. dividirt durch das Quadrat der Dauer des Monats 27 T. und multiplicirt durch $\frac{2}{5}$ welches die Kraft des Mondes iſt, die Zahl 71, 49 welche ausdrückt, wie vielmal die Erde

de den Mond enthält; folglich wird die Maſſe des Mondes 0,013991 ſeyn, von der Maſſe der Erde.

1028. Die Maſſe des Mondes, durch ſeine körperliche Ausdehnung dividirt, die $\frac{1}{49}$ oder 0,0204 iſt (584), giebt die Dichtigkeit deſſelben 0,68706; es iſt nämlich die Dichtigkeit des Mondes nur $\frac{7}{10}$ von der Dichtigkeit der Erde, wie man es auch in der Tafel der Dichtigkeiten angegeben finden wird.

1029. Die Geſchwindigkeit des Wurfes, als PA, die zu Beſchreibung eines Kreiſes PB erfordert wird, verhält ſich umgekehrt wie die Wurzel aus dem Halbmeſſer SP.

Beweis. Wir wollen annehmen, daß zween Planeten P und T (Fig. 123.) um die Sonne S die Kreiſe PB, TV beſchreiben, und daß SP das vierfache von ST ſey, ſo behaupte ich, daß die Geſchwindigkeit PE, die Hälfte ſeyn wird, von der Geſchwindigkeit TV. Denn PC wird das vierfache von TR ſeyn, weil die Figuren PBC, TVR ſich verhalten wie die Halbmeſſer; weil aber die Schwere in P 16 mal geringer iſt als in T, ſo muß man PD 16 mal kleiner als TR nehmen, oder 64 mal kleiner als PC, um den Raum PE zu erhalten, welchen der Planet P wird beſchreiben können, indem er durch die Centralkraft der Sonne zurückgehalten wird; alsdenn wird PE ein Achttheil von PB ſeyn, weil ſich die Querſinuſſe wie die Quadrate der Bogen verhalten (988); demnach wird PE die Hälfte von TV in einerley Zeitraume ſeyn; es muß nämlich die Geſchwindigkeit eines Planeten in umgekehrter Verhältniß der Wurzel ſeiner Entfernung ſeyn, damit ihn die Centralkraft, die in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung iſt, zurückhalten kann. Daraus erhellet, warum Jupiter

der

der in einer Bahn geht die fünfmal größer iſt, als die Bahn der Erde, 12 mal mehr Zeit zu Durchlaufung derſelben anwendet, weil ſeine abſolute Geſchwindigkeit nicht die Hälfte von der Geſchwindigkeit der Erde iſt.

1030. Wenn die Geſchwindigkeit des Wurfs, die ein Planet anfänglich erhalten hat, indem er von ſeiner Sonnenferne ausging, ſich geringer befunden hat, als diejenige welche zu Beſchreibung eines Kreiſes PB nöthig geweſen wäre, ſo hat die Centralkraft, weil ſie zu groß geweſen, den Planeten überwältigen, und ihn näher zur Sonne bringen müſſen: daraus erſieht man, warum ſich die Planeten, wenn ſie von ihrer Sonnenferne ausgehen, der Sonne nähern; wir werden aber bald zeigen, daß ſich eben derſelbe Planet, nachdem er 180° durchlaufen hat, eben ſo viel wieder von der Sonne entfernen muß, als er ſich ihr genähert hatte, weil alsdenn die Schwungkraft größer wird, als die Centralkraft, ſo viel als ſich der Planet der Sonne nähert. Es iſt bereits dargethan worden, daß ſich die Geſchwindigkeit in der Sonnennähe zu der Geſchwindigkeit in der Sonnenferne in umgekehrter Verhältniß der Entfernungen findet (473); woraus die Folge kommt, daß die Schwungkraft mehr zunimmt als die Centralkraft; welches ich jeßt beweiſen will.

1031. Die Schwungkraft wächſt in umgekehrter Verhältniß des Würfels der Entfernung, wenn die Geſchwindigkeit in umgekehrter Verhältniß der Entfernungen iſt.

Beweis. Es ſey SP doppelt ſo lang als ST; ſo wird der Bogen PB doppelt ſo groß als der Bogen TV ſeyn, die Linie PC doppelt ſo lang als TR, und die Schwungkraft in P doppelt ſo ſtark als die Schwungkraſt

kraft in T ſeyn *); wenn aber die Geſchwindigkeit in P anſtatt doppelt ſo groß zu ſeyn als die Geſchwindigkeit in T, nur halb ſo groß iſt, wenn nämlich PE 4 mal kleiner als PB iſt, ſo wird der Querſinus PD 16 mal kleiner als PC ſeyn, weil er ſich wie das Quadrat des Bogens verhält (988); daher wird PD 8 mal kleiner als TR ſeyn, das heißt, die Schwungkraft iſt in umgekehrter Verhältniß der Würfel der Entfernungen SP und ST, die wir angenommen haben, daß ſie wie 1 zu 2 ſind.

Man ſieht überhaupt daß PB : TV :: SP : ST, wegen der ähnlichen Bogen; wenn daher TV : PE :: SP : ST (473), ſo erhält man durch Multiplicirung der Glieder mit einander, $PB : PE :: SP^2 : ST^2$; es iſt aber $PC : PD :: PB^2 : PE^2$; daher iſt $PC : PD :: SP^4 : ST^4$; ferner iſt auch PC : TR :: SP : ST; dividirt man demnach die Glieder mit einander, ſo iſt $TR : PD :: SP^3 : ST^3$; woraus überhaupt erhellet, daß die Wirkung der Schwungkraft in umgekehrter Verhältniß des Würfels der Entfernung iſt, wenn die Geſchwindigkeit in umgekehrter Verhältniß der Entfernungen iſt. Dieſes iſt der Fall für einen Planeten, wenn man ihn in ſeiner Sonnenferne, und in ſeiner Sonnennähe betrachtet; und dieſe Proportion wird uns bald dienlich ſeyn (1035), wenn wir zeigen werden, warum die Planeten ſich von der Sonne entfernen, nachdem ſie ſich ihr genähert hatten, ob ſie gleich beſtändig nach der Sonne zu gezogen werden.

1032.

*) Dieſer iſt der erſte von den Lehrſätzen der Schwungkraft den Huygens 1673. in ſeinem Buche de Horologio oſcillatorio gab.

1032. Wenn die Kraft des Wurfs, welche die Planeten treibt, und ſie Bahnen zu beſchreiben zwingt, vernichtet würde, da ſie ſich in ihren mittlern Entfernungen von der Sonne befinden, ſo würde die Centralkraft ſie in die Sonne ſtürzen; Merkur würde in 15 Tagen und 13 Stunden dahin kommen; Venus in 39 Tagen 17 St.; die Erde in 64 T. 10 St.; Mars in 121 T.; Jupiter in 290 T; Saturn in 767 Tagen: ein Stein würde in 21′ 9″ in den Mittelpunkt der Erde fallen, wenn der Weg offen wäre. (Whiſton aſtronomical principles of Religion p. 66.). Die Regel die zu Anſtellung dieſer Berechnungen dient, beſteht darinnen, daß man ſetzt: wie ſich verhält die Quadratwurzel des Würfels von 2, zu 1, ſo verhält ſich die halbe Dauer des Umlaufes eines Planeten, zu der Zeit ſeines Falles bis im Mittelpunkt der Anziehung (der P. Friſi de grauitate vniuerſ. corp. pag. 100.).

Von der elliptiſchen Bewegung der Planeten.

1033. Die Centralkraft kann in verkehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung, bey den Planetenbahnen nicht anders Statt finden, als wenn ſie Kegelſchnitte ſind. Newton hat (Lib. I. Princip.) bewieſen, daß die Centralkraft, welche auf die Planeten wirkt, in verkehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung ſeyn müſſe, wenn die von ihnen beſchriebenen Bahnen Kegelſchnitte ſind; Joh. Bernoulli aber hat zuerſt bewieſen, daß der umgekehrte Satz gleichfalls wahr ſey, daß die Planetenbahn nothwendig ein Kegelſchnitt ſeyn müſſe, wenn die Centralkraft in verkehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung angenommen wird (Mémoir. Acad. 1710 und 1711. Op.

Io. *Bernoulli* Tom. I. pag. 469.). Dieſe beyden Arten der Beweiſe, fůr die Centralkråfte in den Kegelſchnitten ůberhaupt, ſind allzu verwickelt, als daß ſie hier beygebracht werden kônnten.

1034. Es iſt aber doch nôthig, auf eine leicht zu begreifende Art, die Urſache der abwechſelnden Bewegung zu erklåren, die man oftmals Můhe hat ſich wohl vorzuſtellen. Es ſcheint, ſpricht man, daß ein Planet, der beſtåndig gegen die Sonne gezogen wird, der ihr auch bis auf einen gewiſſen Punkt nahe gekommen iſt, ſich ihr beſtåndig nåhern můſſe, weil die Sonne nicht aufhôrt ihn an ſich zu ziehen; unterdeſſen entfernen ſich doch die Planeten, die ihre Sonnennåhe erreicht hatten, wiederum von der Sonne, und kehren zu ihrer Sonnenferne zurůck. Die Urſache dieſer abwechſelnden Bewegung beſteht in folgenden. Ein Planet, der von ſeiner Sonnenferne aus, mit einer Kraft geworfen worden, die zu klein iſt um einen Kreis in einer ſo großen Entfernung zu beſchreiben (1030), oder der durch eine Kraft des Wurfs getrieben wird, die in Verhåltniß gegen die Centralkraft zu klein iſt, nåhert ſich der Sonne; indem er ſich ihr aber nåhert, wåchſt ſeine Geſchwindigkeit, ohne welches die elliptiſchen Råume nicht mit den Zeiten proportional ſeyn wůrden; wir wollen ſetzen, es wåre der Planet in den 180ten Grad von dem Punkte wo er ausgieng, gekommen, nåmlich in ſeine Sonnennåhe, und daß da ſein Abſtand von der Sonne, der vierte Theil ſey, von dem Abſtande den er in der Sonnenferne hat; ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit hier vierfach ſo groß als ſie in der Sonnenferne war, denn die Geſchwindigkeit wåchſt in umgekehrter Verhåltniß der Entfernungen (473); die Geſchwindigkeit aber die in der Sonnennåhe zu Beſchreibung eines Kreiſes nô-

thig wäre, iſt nur zweymal größer als die Geſchwindigkeit die in der Sonnenferne zu Beſchreibung eines Kreiſes erfordert wurde, weil ſie nur in umgekehrter Verhältniß der Wurzel der Entfernung wächſt (1029), folglich hat der Planet, indem er von der Sonnenferne zur Sonnennähe gieng, eine Geſchwindigkeit erhalten, die doppelt ſo groß iſt, als diejenige, welche ihm nöthig ſeyn würde einen Kreis zu beſchreiben deſſen Halbmeſſer SP dem Abſtande in der Sonnennähe gleich wäre. Er wird demnach von dieſem Kreiſe abgehen, um ſich von der Sonne zu entfernen, und wieder gegen ſeine Sonnenferne zu gehen. Aus dieſer erſten Urſache erhellet, daß der Planet, nachdem er ſich der Sonne genähert hat, ſich wieder von ihr entfernen muß. Eben dieſe Sache läßt ſich auch auf folgende Art beweiſen.

1035. Wir wollen beſtändig annehmen, daß ein Planet in A (Fig. 128.) mit einer Geſchwindigkeit geworfen worden, die zu Beſchreibung eines Kreiſes vom Halbmeſſer SA, zu geringe iſt, ſo daß er vom erſten Augenblick an genöthiget iſt, in einer gekrümmtern Bahn fortzugehen, indem er ſich der Sonne nähert. Wenn er in einen Punkt P, in eine vierfach kleinere Entfernung gekommen ſeyn wird, muß die Centralkraft, oder das Anziehen der Sonne ſechszehnmal ſtärker ſeyn (1012) weil dieſe in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Entfernung iſt; es wird aber die Schwungkraft vier und ſechzig mal ſtärker ſeyn als (1031), weil ſie wächſt, es ſey durch das Quadrat der Geſchwindigkeit, oder durch die Verringerung der Entfernung; folglich iſt alsdenn die Schwungkraft, viel ſtärker als die Centralkraft; es iſt dahero gar nicht zu verwundern, daß der Planet anfängt ſich von der Sonne zu entfernen.

1036. Vielleicht glaubt man auch wohl, daß der Planet aufhören muß ſich der Sonne zu nähern, ſo bald die Schwungkraft der Centralkraft gleich wird; es iſt aber hier zu betrachten, daß in dieſem Zeitpunkte, der ſich alsdenn ereignet, wenn der Planet gegen ſeinen mittlern Abſtand M von der Sonne kommt, die Richtung MN ſeiner Bewegung zu ſchief auf den Radius Vector MS geht, und einen Winkel NMS macht, der zu klein iſt, als daß er gleich alsbald ein rechter Winkel werden ſollte; der Planet muß jemehr und mehr abſteigen, und die Krümmung ſeines Weges muß ſich genugſam in die Runde gezogen haben, bis der Radius Vector SP ſenkrecht auf die Bewegung des Planeten wird; alsdenn wird die Uebermacht der Schwungkraft, über die Centralkraft, gänzlich angewandt werden, den Planeten von der Sonne zu entfernen, und dieſes erfolgt nur im Punkte P, der dem Punkte A gerade entgegen geſetzt iſt. Wenn nun der Planet von dem Punkte P abgehet, wird er, um den Ueberſchuß ſeiner Schwungkraft wieder zu verlieren, eben ſo viel Zeit anwenden, als er nöthig hatte ihn zu erlangen; daraus erſcheint, warum der zweyte Theil der Ellipſe, dem abſteigenden Theile ALMNP gleich iſt, und in eben dem Zeitraume beſchrieben worden.

Von den Ungleichheiten, welche durch die anziehende Kraft veranlaſſet werden.

1037. Wenn jeder Planet, bey ſeinem Umlaufe um einen Mittelpunkt, keiner andern Kraft unterworfen wäre, als der welche ihn gegen dieſen Mittelpunkt treibt, ſo würde er einen Kreis, oder eine Ellipſe beſchreiben, deren Räume den Zeiten proportional ſeyn

würden (480); weil aber jeder Planet, von allen andern, nach verſchiedenen Richtungen, und mit Kräften die ſich beſtändig verändern, angezogen wird, ſo entſtehen daraus Ungleichheiten und beſtändige Aenderungen in der Bewegung. Die Berechnung derſelben hat ſeit einigen Jahren, die Geometern und Aſtronomen beſchäfftiget; **Newton** fing bey den Aenderungen des Mondes an; die Herrn **Euler**, **Alembert** und **Clairaut**, haben dieſe Theorie ausgearbeitet. Herr **Euler** hat die Ungleichheiten des Saturns in einer Abhandlung berechnet, die den Preiß bey der Akademie 1748 erhalten hat; Hr. **Clairaut**, und Hr. **Alembert** haben ihre Unterſuchungen der Ungleichheiten der Erde, bekannt gemacht; ich ſelbſt habe die Ungleichheiten des Mars und der Venus unterſucht (Mémoir. Acad. 1758, 1760, 1761), dieſe haben ſich beträchtlich genug gefunden, daß ſie wohl verdienen bey aſtronomiſchen Rechnungen angewandt zu werden. Die Ungleichheiten des Jupiters, hat Hr. **Euler** in einer Schrift berechnet, die 1752 den Preiß erhalten: (Recueil des Pièces qui ont remporté les prix, Tom. VII.), nachgehends iſt dieſes durch Herr **Mayern** geſchehen; Hr. **Wargentin** hat in den Jupiterstafeln Gebrauch davon gemacht, welche dadurch weit richtiger befunden werden, eben ſo wie die Tafeln für die Trabanten; ich kann aber hier nicht mehr als die erſten Gründe beybringen, und von dieſen unermeßlichen Rechnungen, nur den allerleichteſten Begriff mittheilen.

1038. Wenn zween Planeten, wovon einer um den andern läuft, von einem dritten auf gleiche Art, und nach Richtungen die parallel ſind angezogen würden, ſo könnte dieſe neue Anziehung, nichts in ihrem Syſtem, in ihrer Bewegung, und in ihrer relativiſchen

Stellung

Stellung ändern; es würde von eben der Beſchaffenheit ſeyn, als ob der Raum ſelbſt, oder die Ebene in welcher die Bewegung geſchiehet, ihre Stellung geändert hätte; was aber in dem Raume oder in der Ebene die fortbewegt wurde, Statt fand, bleibt wie vorhero in einerley Erfolg, und der Planet ſcheint allezeit eine Ellipſe zu beſchreiben, wenn er vom Mittelpunkte ſeiner Bewegung geſehen wird.

1039. Es ändern demnach zwo gleiche und parallele Anziehungen niemals etwas in einem Syſtem der Körper; nur der Unterſchied der Anziehungen iſt es, der eine Ungleichheit oder eine Verſchiedenheit der Bewegung hervorbringt; der Mond wird nur dadurch in ſeinem Laufe um die Erde geändert, weil er von der Sonne etwas mehr oder weniger als die Erde, angezogen wird; das Meer wird nur dadurch zweymal täglich von dem Monde in Bewegung geſetzt, weil er die Seewaſſer mehr anzieht, als er die Erde anzieht, wenn er durch ſeine Kraft auf die Waſſer wirkt, und weil er hernach, wenn 12 Stunden verfloſſen, eben dieſelben Seewaſſer weniger als den Erdboden anzieht.

1040. Wenn man die Beunruhigungen berechnen will, welche eine fremde Anziehungskraft, in der Bewegung eines Planeten in ſeiner Bahn um die Sonne, macht, ſo muß man wiſſen wie ſtark ſie auf die Sonne und auf den Planeten wirkt; der Unterſchied dieſer beyden Wirkungen, iſt die beunruhigende Kraft; von dieſem Unterſchiede werden die Wirkungen berechnet; denn wenn die Sonne, und der um dieſelbe laufende Planet, gleich ſtark angezogen würden, auch nach parallelen Richtungen, ſo würde der Planet nicht unterlaſſen, eben dieſelbe Ellipſe wie vorhero, um die Sonne zu beſchreiben; ſeine heliocentriſchen Längen, und jeder Ra-

dius Vector deſſelben würden einerley bleiben, und bey der Ausübung der Sternkunſt, würden wir keinen Unterſchied in Betrachtung zu ziehen haben, die Beobachtung würde keine Anzeigung geben, daß er in ſeinem Gange geſtöret worden.

1041. Wenn man über dieſe Vorſtellung richtig nachdenken will, ſo wird man einſehen, warum die Schwere des Mondes gegen die Erde, die Centralkraft nämlich, welche den Mond in ſeiner Bahn erhält, in den beyden Syzygien verringert wird, der Mond mag ſich in Conjunction, oder in Oppoſition befinden; das iſt eine Sache, welche von denen niemals iſt begriffen worden, welche die anziehende Kraft zu leugnen trachten, die aber doch einen großen Einfluß auf die Erklärung der Erſcheinungen hat. Es hat mit dem Monde eben die Beſchaffenheit, wie mit den Seewaſſern, die ſich täglich zweymal gegen unſern Zenith erheben, einmal wenn er ſeine Wirkung gegen die Waſſer richtet, oder wenn er im Zenith ſteht, und das andremal, wenn er im Nadir iſt; die Beobachtungen zeigen, daß ſich der Mond, in den beyden Syzygien gleichmäßig (oder ziemlich genau) von der Erde zu entfernen, in den Quadraturen aber ſich ihr zu nähern ſtrebt; man kann aber auch den Beweis durch folgende Schlüſſe führen. Wenn der Mond in Conjunction iſt, ſteht er um $\frac{1}{180}$ der Sonne näher, als die Erde; er wird dahero von der Kraft der Sonne, mit welcher ſie gegen die Erde wirkt, um $\frac{1}{90}$ ſtärker angezogen, als die Erde (denn der Unterſchied der Quadrate, iſt der doppelte Unterſchied der Wurzeln); ſeine Schwere gegen die Erde, iſt demnach um $\frac{1}{90}$ verringert. Wenn der Mond voll iſt, oder in Oppoſition ſteht, wird er zwar nach eben der

Gegend

Gegend angezogen, es geſchehe von der Sonne, oder von der Erde; es folgt aber daraus nicht, daß ſeine Schwere dadurch ſollte vermehret werden; denn, wenn in dieſem Falle, der Mond und die Erde, ganz genau mit eben derſelben Kraft, von der Sonne angezogen würden, ſo würde in der Schwere des Mondes gegen die Erde dadurch keine Aenderung veranlaſſet werden, auch nicht in ſeiner Bewegung um die Erde, obgleich der Mond beſtändig durch die Summe dieſer zwo Kräften nach eben derſelben Gegend angezogen würde: ſondern die Erde wird um $\frac{1}{190}$ ſtärker angezogen, als der Mond; daher ſtrebt die Erde, ſich von dem Monde zu entfernen, eben ſo ſtark, als der Mond ſtrebte, ſich von der Erde zu entfernen, da er neu war; ihre Verbindung, ihre beyderſeitige Vereinigung, ihr gegenſeitiges Beſtreben, ihre natürliche Neigung gegen einander, ihr Anziehen, werden eben ſo viel verringert, wenn die Sonne, die Erde von dem Monde entfernt, als wenn ſie den Mond von der Erde entfernt; demnach wird die Schwere, ſowohl in Conjunction als in Oppoſition verringert, und der Mond ſtrebt, ſich von der Erde zu entfernen; durch eben dieſe Urſache geſchiehet es, daß wir die Seewaſſer ſich gegen das Zenith erheben ſehen, obgleich der Mond im Nadir ſteht (1075).

1042. Die Kraft der Sonne gegen einen Planeten, die wir $\frac{S}{r^2}$ nennen (1002), iſt nicht die einzige, welche man betrachten muß, wenn man die Bewegung eines Planeten ſucht, die er um die Sonne macht, oder die Bewegung, welche von einem Beobachter, der im Mittelpunkte der Sonne ſtünde, wahrgenommen werden würde. Der Planet T (Fig. 125.)

ziehet auch die Sonne gegenſeitig, mit einer Kraft an, $= \frac{T}{r^2}$, und wenn man die Sonne als feſtſtehend annehmen will, muß man dem Planeten eine Bewegung gegen die Sonne beylegen, die derjenigen gleich iſt, welche die Sonne gegen den Planeten hat, oder, welches einerley iſt, man muß annehmen, daß die Sonne, den Planeten mit einer Kraft anzieht, die $= \frac{S + T}{r^2}$, nämlich der Summe beyder Maſſen, der Sonne und des Planeten.

1043. Die Wirkung dieſer Anziehung des Planeten T gegen die Sonne S, macht, daß die Sonne eine kleine Ellipſe, um den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt der Schwere, der Sonne und des Planeten, beſchreiben muß, (Newton. Libr. I. prop. 67. Libr. III. prop. 13.); wenigſtens, wenn man annimmt, daß die Sonne ſelbſt einen Stoß um den Mittelpunkt erhalten habe (Friſi, pag. 113.). Dieſe Anziehung verurſachet einen Theil der kleinen Ungleichheiten, in der ſcheinbaren Bewegung der Sonne, welche dadurch berechnet werden, daß man den Unterſchied der Anziehungen nimmt, mit welchen jeder Planet gegen die Sonne und gegen die Erde wirkt. Newtons Lehren zufolge, muß die Sonne durch die anziehenden Kräfte der Planeten, um eine kleine Weite aus ihrem Standorte gebracht werden; die Einrichtung aber der gewöhnlichen Rechnungen in der Aſtronomie, erfordert die Sonne allezeit als feſtſtehend anzunehmen, und die Bewegung, welche der Planet bey der Sonne verurſacht, auf ihn ſelbſt zu bringen, ſo, daß die

reſpective

reſpective Stellung des Planeten gegen die Sonne, immer eben dieſelbe bleibt.

1044. Der Ausdruck $\frac{S}{r^2}$ der anziehenden Kraft, iſt derjenige, welcher alsdenn Statt findet, wenn die Wirkung nach gerader Richtung, und allezeit der Stellung des Radius Vector gemäß geſchiehet; bey den Planeten aber, werden die einen von den andern, nach ſchiefer Richtung, und nach allen Lagen angezogen, auch nach Richtungen, die ſich beſtändig ändern, während daß ſie allezeit gerade gegen den Mittelpunkt gezogen werden, um welchen ſie ihren Lauf machen; es muß demnach, die Wirkung der Beunruhigungen und Anziehungen der Himmelskörper zu erkennen, ihre abſolute Kraft, (welche die Maſſe, durch das Quadrat der Entfernung dividirt, iſt) zerlegt werden, um ihre Wirkung, nach der Richtung ſelbſt, der Centralkraft zu finden. Ich habe zum Beyſpiel, geſagt, daß die Kraft des Jupiters, mit welcher er gegen die Erde wirkt, $\frac{1}{27000}$, von der Kraft der Sonne gegen die Erde, nach einer in gerader Richtung gehenden Anziehung, beträgt (1004); es ſind aber dieſe beyden Kräfte, die auf die Erde wirken, einander entgegen, und gehen oftmals nach verſchiedenen Richtungen; die Kraft des Jupiters, die in gerader Anziehung $\frac{1}{27000}$ der Kraft der Sonne macht, wird viel geringere Wirkung thun, wenn ſie ſeitwärts geht; ſie wird zum Beyſpiel ſchwächer ſeyn, wenn ſie unter einem Winkel von 60° wirkt.

1045. Ein Körper, der nach Richtungen A B, A C (Fig. 126.), die mit einander einen Winkel B A C machen, durch zwo Kräfte getrieben wird,

die

die ſich gegen einander wie die Linien AB, AC verhalten, wird die Diagonale AD, des Parallelogramms BACD in eben der Zeit beſchreiben, die er würde angewandt haben, AB oder AC zu durchlaufen, wenn er durch eine von den beyden Kräften beſonders, bewegt worden wäre (479). Es hat demnach die Kraft, welche durch die Richtung, und durch die Länge der Diagonale AD ausgedruckt wird, eben das Vermögen, als beyde Kräfte AB, AC, die gemeinſchaftlich gewirkt haben würden; und auch alsdenn, wenn dieſe Kraft gleich anfänglich die einzige iſt, kann ſie wenigſtens als die Vereinigung zwoer andern angeſehen werden, mit welchen ſie völlig gleichen Werth hat; es kann nämlich die Kraft AD, in zwo äußere AC und AB zerlegt werden.

Eben dieſelbe Linie AD, iſt auch die Diagonale des Parallelogramms AbDc, und die Kraft AD, würde gleichermaßen aus Verbindung der beyden Kräfte Ab, Ac erfolgen; man kann dahero auf eine gegebene Linie AD jede beliebige Dreyecke ABD, AbD ſetzen, von willkührlicher Größe und Geſtalt, und es wird allezeit erlaubt ſeyn, anſtatt der Kraft AD zwo andre Kräfte zu ſetzen, die zu ihrem Ausdrucke die Seiten eines dieſer beliebigen Dreyecke haben.

So wird demnach die Kraft AD, die wir F nennen wollen; wenn ſie nach AB und AC zerlegt worden, zwo dieſen beyden Linien proportionale Kräfte geben, und weil AC gleich iſt mit BD, ſo wird von dieſen beyden Kräften, eine gleich ſeyn mit $F\frac{AB}{AD}$, die nach AB wirken wird; die andre wird ſeyn $F\frac{BD}{AD}$, und nach AC wirken, oder parallel mit BD.

Ich ſage, die Kraft nach AB iſt $F\frac{AB}{AD}$, denn, weil die Linien AB, AC, AD denen Kräften proportional ſind, die ſie ausdrücken, ſo verhält ſich die Kraft nach AB, zu der Kraft nach AD, die F iſt, wie die Linie AB, zu der Linie AD; folglich iſt die Kraft nach $AB = F.\frac{AB}{AD}$.

1046. Wenn das gegebene Parallelogramm in B rechtwinklicht iſt (Fig. 127.), ſo iſt BD der Sinus des Winkels BAD, indem AD zum Halbmeſſer oder zur Einheit angenommen wird; AB iſt deſſelben Coſinus; in dieſem Falle alſo, iſt die Kraft nach AB = F. Coſin. BAD, und die Kraft nach AC, oder BD = F. Sin. BAD; dieſe beyden Kräfte AC, AB, haben gleichen Werth mit der gegebenen Kraft AD, welche zerlegt werden ſollte; von dieſer letztern Zerlegung werden wir bald Gebrauch machen (1048).

Vermittelſt dieſer Zerlegung der anziehenden Kräfte, kann man die beunruhigenden Kräfte, die gegen einen Planeten wirken, auf die Richtung ſelbſt, ſeiner Bewegung vergleichen. Ich will zum Beyſpiele die Erde nehmen, die durch die Kraft des Jupiters angezogen worden, und die Ungleichheit ſuchen, die daraus in der Bewegung der Erde erfolgt.

1047. Es ſey AT (Fig. 125.) die Bahn der Erde, welche der beunruhigte Planet iſt, BR die Bahn des Jupiters oder des beunruhigenden Planeten, beyde will ich in einer Ebene annehmen, um die Rechnungen einfacher zu machen. Es ſey M die Maſſe des turbierenden Planeten, t der Winkel RST, oder

der

der Commutationswinkel (442); Jupiter, der in R ſteht, zieht die Erde T mit einer Kraft an $= \frac{M}{RT^2}$ (1002); wir ſetzen hier nicht die Summe der Maſſen, des Jupiters und der Erde, weil wir Jupiters Beunruhigungen gänzlich beyſeite ſetzen wollen.

Die Kraft $\frac{M}{RT^2}$ muß in zwo andre zerlegt werden, von welchen eine von T nach G, oder von S nach R wirkt, damit man die Kraft des Jupiters gegen die Sonne davon abſondern kann (1041); und die andre von T nach S; die erſte iſt $M\frac{RS}{RT^3}$, ſie ſtrebt, den Planeten von der Sonne zu entfernen, nach der Richtung TG oder SR, die ihr parallel iſt; und deshalben wollen wir ihr das negative Zeichen geben; die zwote Kraft iſt $\frac{M.TS}{RT^3}$ (1045); ſie ſtrebt, die Erde der Sonne zu nähern, und wir wollen ſie in dieſem Betrachte mit + bezeichnen. Von dieſen beyden neuen Kräften, iſt die zwote in der Richtung des Radius Vector TS, auf welchen wir die Bewegung der Erde zu vergleichen geſonnen ſind, ſie hat dahero keiner abermaligen Zerlegung nöthig.

1048. Weil die Kraft $\frac{M.RS}{RT^3}$ oder $\frac{M.TG}{RT^3}$ nicht in der Richtung des Radius Vector iſt, auch nicht in der Richtung der Bewegung der Erde, ſo muß ſie auf dieſe Richtung verglichen werden; davon aber muß vorhero die Kraft der Sonne abgezogen werden, weil die Kraft TG nicht anders zu Beunruhigung

higung der Bewegung der Erde wirkt, als nach Verhältniß deſſen, wieviel ſie mehr oder weniger ſtärker als diejenige iſt, welche zu gleicher Zeit gegen die Sonne von S nach R wirkt; es iſt aber dieſe Kraft gegen die Sonne $\frac{M}{SR^2}$ (1042), ſie muß demnach von der Kraft TG abgezogen werden, die $= \frac{M.\,SR}{RT^3}$, und ſo erhält man $\frac{M.\,SR}{RT^3} - \frac{M}{SR^2}$ für die beunruhigende Kraft nach SR oder TG; dieſe muß nach TE und TB zerlegt werden, indem man ſie durch den Coſinus, und durch den Sinus des Winkels GTE oder RST, das iſt, des Winkels t (1046) multipliciret. Die Kraft nach TE wird nach der Richtung STE des Radius Vector der Erde wirken, aber der Centralkraft der Sonne gegenſeitig; daher wird ſie negativ ſeyn; indem die Centralkraft der Sonne als poſitiv angenommen wird, weil ſie allezeit die größte iſt. Die andre Kraft wird von T nach B wirken, und die Geſchwindigkeit der Erde zu verringern ſtreben, die von A nach T zu gehen angenommen iſt, daher wird dieſe auch negativ ſeyn. Die erſte iſt demnach $-\left(\frac{M.\,SR}{RT^3} - \frac{M}{SR^2}\right)$ Coſin. t (1046), Kraft gegen die Sonne gerichtet; und die andre $-\left(\frac{M.\,SR}{RT^3} - \frac{M}{SR^2}\right)$ Sin. t; dieſe iſt die Kraft, welche ſenkrecht auf den Radius Vector wirkt.

1049. Was die Kraft betrifft, die gegen die Sonne gerichtet iſt, ſo muß man ſich erinnern, daß wir

wir einen Theil davon $+ \frac{M.\,TS}{RT^3}$ (1047) gefunden haben, zu welchem dieſer jetzt gefundene addirt werden muß, weil er nach eben der Richtung geht, ſo erhält man endlich die beunruhigende Kraft, die gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet iſt $= + \frac{M.\,TS}{RT^3} - \left(\frac{M.\,SR}{RT^3} - \frac{M}{SR^2}\right)$ Coſin. t. Der erſte Theil dieſes Ausdrucks, iſt proportional mit TS, und wächſt folglich, ſo wie ſich der beunruhigte Planet vom Mittelpunkte ſeiner Bewegung entfernt.

1050. Der Werth $\frac{M.TS}{RT^3}$ zeigt uns, daß die turbirende Kraft, die nach der Richtung TS des Radius Vector wirkt, und die Centralkraft des Planeten einſchränkt, in verkehrter Verhältniß des Würfels der Entfernungen abnimmt, wie ich es vorausgeſetzt habe (1026). Daraus wird ſich unten (1091) darthun laſſen, daß die Kraft des Mondes, die Seewaſſer zu erheben, viel ſchwächer ſeyn würde, wenn er in der Entfernung der Sonne ſtünde, und dieſes würde ſo viel betragen, als der Würfel der Entfernung der Sonne, größer iſt, als der Würfel der Entfernung des Mondes, weil die Kraft, welche die Waſſer des Meeres erhebt, eine nach der Richtung TS des Halbmeſſers der Erde zerlegte Kraft iſt.

1051. Wenn die Kraft eines Planeten gegen einen andern, ſolchergeſtalt zerlegt, und auf einen allgemeinen Ausdruck gebracht iſt, ſo geht nunmehro die Frage darauf, die Wirkung zu erkennen, welche in der Bewegung des beunruhigten Planeten daraus erfolgt;

folgt; für einen gewiſſen Augenblick zu wiſſen, daß die Kraft des Jupiters, die Bewegung der Erde zu ändern $\frac{1}{25000}$ der Kraft der Sonne beträgt, welche die Erde in ihrer Bahn erhält, iſt viel zu wenig; man muß wiſſen, wieviel dieſe Kraft, nachdem ſie während einer unendlichen Menge ſolcher Zeitpunkte, das heißt, nach einer beſtimmten Zeit, gewirket hat, Aenderung in der Bewegung der Erde veranlaſſet hat, wieviel ſie die Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn vermehrt oder vermindert hat, wieviel ſie die Ebene dieſer Bahn geändert hat, alles dieſes in Minuten und Secunden ausgedrückt, wie die Einrichtung unſrer aſtronomiſchen Tafeln erfordert; man erkennt leichtlich die turbirende Kraft in jedem Augenblicke, man muß aber ſuchen 1) ihre Wirkung in eben dem Augenblicke, zu Aenderung der Bahn, 2) die Summe dieſer Wirkungen, die vielmals wiederholt worden; dadurch wird hier die Rechnung der unendlich kleinen Größen unentbehrlich nothwendig; man kennt die Wirkung eines Augenblicks, und hat die Abſicht, die Wirkung von drey Monaten, von einem Jahre, von einem völligen Umlaufe, oder jedem Zeitraume zu wiſſen, während welches dieſe Wirkung weder gleichförmig, noch mit der Zeit proportional iſt. Darinnen beſteht die Auflöſung der Aufgabe von drey Körpern, die vornehmlich durch die Herren **Euler**, **Clairaut** und **Alembert** gemacht worden, es kommt aber dabey zuviel Rechnung des Unendlichen vor, als daß ich hier auch nur einen geringen Begriff hätte beybringen können; die Gründe hiervon ſind im 22ſten Buche meiner Aſtronomie zu finden.

1052. Wir können demnach hier, mit der Erklärung der Ungleichheiten, welche dieſe beunruhigenden

Kräfte hervorbringen, nicht den Fortgang machen; weil aber die mehreſten Leſer, die allgemeinen Gründe, der Schlüſſe, welche die Rechnung beweiſt, ohngefähr kennen zu lernen, Belieben tragen, ſo will ich die Art zu erklären ſuchen, wie die Beunruhigung, welche die Sonne veranlaſſet, die drey vornehmſten Ungleichheiten des Mondes, die Evection, die Variation, und die jährliche Gleichung hervorbringt.

Die Evection iſt die vornehmſte Ungleichheit, welche die Sonne bey dem Monde verurſacht (560); ſie thut ſo viel, als eine Aenderung der Eccentricität in der Mondbahn. Wenn die Sonne mit der Erdferne, oder Erdnähe des Mondes zuſammentrifft, oder wenn die große Axe der Mondbahn, mit der Linie der Syzygien übereinkommt, erhält die Centralkraft der Erde gegen den Mond, die in der Syzygie welche in die Erdferne fällt, am ſchwächſten iſt, die größte Verringerung (1049), und die Centralkraft, die in der Syzygie, welche in die Erdnähe fällt, am ſtärkſten iſt, erhält da die geringſte Verringerung; daher wird alsdenn der Unterſchied zwiſchen der Centralkraft in der Erdnähe, und der Centralkraft in der Erdferne der größte ſeyn; folglich wird der Unterſchied der Entfernungen zu nehmen, es wird nämlich die Eccentricität am größten ſeyn; die Beobachtung zeigt auch, daß alsdenn die größte Gleichung des Mondes $7^\circ\frac{2}{3}$ iſt, indem ſie nicht von 5° war, da die Linie durch die Viertheile, mit der Linie durch die Syzygien zuſammentraf (560).

1053. Die abwechſelnde Bewegung der Erdferne, die zu gleicher Zeit beobachtet wird, kommt davon, daß die Centralkraft verringert iſt (1056); es muß demnach dieſe Bewegung am größten ſeyn, wenn die

Linie

Linie der Syzygien, mit der großen Axe der Mondbahn zuſammenfällt, oder wenn die Sonne mit der Erdferne oder der Erdnähe des Mondes zuſammentrifft, weil ſie alsdenn die größte Verringerung der Schwere des Mondes verurſachet. Wenn die Erdferne in die Viertheile fällt, ſo iſt hingegen ihre Bewegung am langſamſten, weil die völlige Verringerung der Centralkraft, die kleinſte iſt; wenn die Sonne 45° von der großen Axe der Mondbahn abſtehet, ſo iſt die wahre Bewegung der Erdferne, der mittlern Bewegung gleich, weil die Sonne in dem mittlern Orte der beyden äußerſten Wirkungen ſteht, es iſt aber alsdenn der wahre Ort der Erdferne, am meiſten von dem mittlern Orte unterſchieden, und die Gleichung iſt die größte, weil ſie aus allen Graden der Geſchwindigkeiten entſteht, welche die Erdferne bis daher erhalten hat *), nämlich von der Zeit, da die Sonne in der Erdferne war.

1054. **Die Variation** (561) iſt die Ungleichheit des Mondes, welche in einer kreisförmig angenommenen Bahn, in den Achttheilen derſelben, wegen der Tangen-

*) Es iſt wohl zu merken, daß die Wirkung dieſer Arten von Beſchleunigungen, nicht eher anfängt, wirklich und in der Beobachtung Statt zu finden, als wenn die Urſache am ſtärkſten iſt, und die Wirkung iſt am ſtärkſten, wenn die Urſache zu Hervorbringung derſelben aufhört; eben ſo iſt es in der elliptiſchen Bewegung der Planeten, da der wahre Ort am weiteſten fortgerückt iſt, zu der Zeit, wenn die Beſchleunigung ihre Endſchaft erreicht, und die Verminderung anfängt (497), das iſt, in 9 Zeichen der Anomalie; ich habe bemerkt, daß einige Schriftſteller falſche Begriffe von den Ungleichheiten des Mondes geben, weil ſie auf dieſe Betrachtung nicht aufmerkſam geweſen.

Tangentialkraft Statt findet, die ſeine Bewegung zu beſchleunigen, oder zu vermindern ſtrebt; es ſey C (Fig. 116. Pl. XV.) der Mittelpunkt der Erde, T der Mittelpunkt der Sonne, AGP die Mondbahn; wenn der Mond vor der Conjunction in G iſt, ſo wird er mehr angezogen, als die Erde, und dieſe Anziehung geſchiehet nach der Richtung GT; alsdenn wird ſeine Geſchwindigkeit beſchleuniget, bis er in A in ſeine Conjunction kommt, wo die Geſchwindigkeit des Mondes in ſeiner Bahn, die größte iſt; wenn er gegen P kommt, 45° nach der Conjunction, ſo iſt ſeine wahre Länge am weiteſten fortgeruckt, um eine Größe, die **Variation** genennt wird, und 37′ beträgt, die zu addiren ſind (561); es iſt freylich gewiß, daß die Geſchwindigkeit des Mondes in der Beſchleunigung nachläßt, und anfängt, vermindert zu werden, ſo bald als der Mond über den Punkt A fortgegangen, weil die Sonne, indem ſie den Mond während ſeines Fortganges von G nach A, mehr als die Erde angezogen, ſeine Geſchwindigkeit mehr und mehr vergrößert hat, bis er in A gekommen, wo dieſe Vermehrung aufhört; in A aber iſt es, wo dieſe Geſchwindigkeit ſich am ſtärkſten befunden hat, weil ſie bis dahin beſchleuniget zu werden, nicht aufgehört hat. Von dieſem Punkte A, ſtrebt die Sonne, durch das Zurückziehen gegen T, die Geſchwindigkeit zu verringern; es dauret aber der Ueberſchuß der erlangten Geſchwindigkeit, bis in das Achttheil P, 45° nach der Conjunction, wo die wahre Geſchwindigkeit, der mittlern gleich iſt; daher iſt die Gleichung der Variation zu addiren, und die größte, die ſeyn kann, iſt 45° von der Conjunction, wo die Geſchwindigkeit am ſtärkſten iſt, (S. die vorhergehende Anmerkung).

1055.

1055. Die jährliche Gleichung des Mondes, die auf 11′$\frac{1}{4}$ ſteigt (562), kommt daher, daß die Sonne, wenn ſie in der Erdnähe iſt, mit mehr Kraft gegen den Mond wirkt, als wenn ſie in der Erdferne ſteht; und weil ihre beträchtlichſte Wirkung während eines völligen Umlaufes des Mondes, darinnen beſteht, daß ſie die Centralkraft des Mondes gegen die Erde verringert, ſo wird dieſe Kraft am meiſten vermindert, wenn die Sonne in der Erdnähe iſt; alsdenn wird der Durchmeſſer der Mondbahn größer, denn weil der Mond weniger gegen die Erde gezogen wird, ſo entfernt er ſich von ihr nothwendig; durch ſeine größer gewordene Bahn, wird die Dauer des Umlaufes länger, denn die Quadrate der Umlaufszeiten, ſind allezeit wie die Würfel der Durchmeſſer der Bahnen; es wird demnach die Bewegung des Mondes vermindert in der Erdnähe der Sonne, und die jährliche Gleichung fängt alsdenn an, ſubtractiviſch zu werden, aus der in vorhergehender Anmerkung erklärten Urſache.

Von der Bewegung der großen Axen der Planetenbahnen.

1056. Die Beobachtung zeigt, daß die Sonnenfernen aller Planeten, eine kleine Bewegung nach der Ordnung der himmliſchen Zeichen haben (514); die Erdferne des Mondes, hat eine ſehr ſchnelle Bewegung (559); dieſe Bewegungen ſind eine Folge von der anziehenden Kraft. Jeder Planet, würde natürlicher Weiſe eine Ellipſe beſchreiben, wenn er nur allein von dem Körper angezogen würde, um welchen er ſeinen Lauf macht; er wird aber durch die Anziehungen der andern Planeten, beſtändig von dieſer

Bahn abgelenkt, ſo, daß ſein Weg, niemals eine wirkliche Ellipſe iſt; unterdeſſen nehmen die Aſtronomen, zu leichterer Einrichtung ihrer Rechnungen an, daß ein Planet, beſtändig in einer Ellipſe bleibt, daß aber dieſe Ellipſe beweglich ſey.

1057. Es ſey S der Brennpunkt (Fig. 128.), und A die Sonnenferne eines Planeten, deſſen Bahn AMPO iſt, wir wollen ſetzen, daß der Planet von A in B in einer unbeweglichen Ellipſe ABP, mit der Centralkraft der Sonne S geblieben ſey. Wenn die Anziehung eines andern Planeten P, der ihn von der Sonne zu entfernen ſtrebt, macht, daß er in einen Standpunkt C, und in eine Entfernung SC von der Sonne kommt, ſo kann man annehmen, daß dieſer Punkt, in eine andre Ellipſe CDE verſetzt worden, die der Bahn ABP gleich iſt, die Sonnenferne wird demnach, anſtatt noch in A zu ſtehen, in C gekommen ſeyn; daher richtet man, ſo zu ſagen, die Ellipſe ABP, von welcher der Planet wirklich abgegangen iſt, auf den Punkt C ein, wo er ſeinen veränderten Stand erhalten hat, und indem man dieſe Ellipſe bewegen läßt, bringt man die Berechnung der wahren Bewegung des Planeten, zu der Leichtigkeit der elliptiſchen Rechnung. So oft ſich der Planet vom Brennpunkte S entfernt, oder ſeine Centralkraft verringert wird, muß man ſich eine fortgehende Bewegung, in ſeiner Sonnenferne vorſtellen, um dieſer Verringerung genug zu thun: eben dieſes findet in dem Planetenſyſtem Statt.

1058. Es giebt noch zwo andre Urſachen, die eine Bewegung in den großen Axen der Bahnen hervorbringen können: die erſte findet bey dem Monde und den Nebenplaneten Statt, und kommt von der zuſammen-

ſammengedruckten Geſtalt des Hauptplaneten her. Die zwote iſt der geringe Widerſtand, den man ſich bey der ätheriſchen Materie, worinnen ſich die Planeten bewegen, vorſtellen kann; dieſer Widerſtand, wenn er wirklich vorhanden wäre, würde die Größe, Geſtalt, und Lage der Bahnen, nach einer gewiſſen Anzahl Umläufe ändern können. S. Herr d'Alembert (Recherches ſur le ſyſtême du Monde, Tom. II.); man kann auch hiervon nachſehen Recherches ſur les altérations du mouvement moyen de Mr. l' Abbé Boſſut, der wegen dieſer Sache den Preiß bey der Akademie 1762 erhielt, und die Unterſuchungen von Herr Albert Euler, dem das acceſſit ertheilt wurde: ſie ſtehen in dem VIIIten Bande der Preißſchriften. Ich muß aber hierbey erwähnen, daß die Unterſuchung der älteſten Beobachtungen, uns in den Bahnen keine Aenderung wahrnehmen läßt, die den Widerſtand der ätheriſchen Materie anzeigen könnte; die Bewegung der großen Axen der Planetenbahnen, die man da bemerkt, entſteht aus der gegenſeitigen Anziehung der Planeten; denn man findet, daß der Widerſtand des flüßigen Weſens, eine Bewegung der Sonnenferne verurſachen würde, die viel weniger merklich ſeyn müßte, als die Aenderung der Dauer in dem Umlaufe: es findet aber dieſe nicht Statt, wenigſtens merklich; folglich kommt die bey den großen Axen beobachtete Bewegung nicht von dem Widerſtande her.

1059. Ich ſage, daß man in der Dauer der Umlaufszeiten keine Aenderung bemerkt, für die Erde, und den Mars habe ich es bewieſen, (Mémoir. Acad. 1757. pag. 418. 445.); Saturn hingegen, ſcheint in ſeinem Umlaufe vermindert worden zu ſeyn (455);

 wenn

wenn man demnach eine Beſchleunigung bey dem Jupiter beobachtet, ſo kommt dieſe von der Wirkung des Saturns und der Lage ſeiner Sonnenfernen und Sonnennähen her (Caſſini, Mémoir. Acad. 1746. pag. 465. 475.). Wenn dieſes iſt, ſo werden die Sachen, in der Folge, in eben die Beſchaffenheit wieder zurückkommen, wo ſie jetzt wirklich ſind, und die Beſchleunigung der Bewegung, wird ſich in eine Verminderung derſelben verkehren. Von der Beſchleunigung des Mondes (564), iſt zu ſagen, daß ſie durch keine ſchlechterdings deutliche Art beſtätiget worden, und ich zweifle nicht, daß man in der anziehenden Kraft dasjenige wird finden können, wodurch der Seculargleichung, die man da bemerkt zu haben glaubt, genuggethan werden kann. Den Widerſtand der ätheriſchen Materie, beweiſt demnach bishero noch nichts; alle Sternkündiger müſſen dahero zugeſtehen, daß die Himmelskörper, wenn ſie nicht in einem abſoluten leeren Raume ſind, wenigſtens ſich in einer Materie befinden, deren Wirkung unmerklich iſt, und welche für uns eben ſo, als der leere Raum iſt; dieſes würde alleine hinreichend ſeyn, das Syſtem der Wirbel und des vollen Raumes umzuſtoßen, das wir bereits durch die Beweiſe der anziehenden Kraft, widerlegt haben (999).

Von der Bewegung der Knoten der Planeten.

1060. Wenn alle Planeten in einer einzigen Ebene um die Sonne liefen, ſo würde dieſe Ebene durch ihr gegenſeitiges Anziehen ſich nicht ändern, indem ein Planet nicht machen kann, daß der andre aus einer Ebene weicht, in welcher ſie ſich alle beyde befinden; es

es ſind aber alle dieſe Planetenbahnen, eine gegen die andre geneigt, und in ſehr verſchiedenen Lagen; jeder Planet wird beſtändig, durch alle die andern Planeten aus der Ebene ſeiner Bahn gezogen, und ändert die Bahn in jedem Augenblicke. Die Aſtronomen nehmen, um dieſe Ungleichheiten methodiſch vorzuſtellen an, daß der Planet beſtändig in eben der Ebene, oder in eben der Bahn bleibt, daß aber dieſe Bahn ihre Lage ändert; man kann auch wirklich, alle Bewegungen eines Planeten auſſerhalb der Ebene ſeiner anfänglichen Bahn, vorſtellen, wenn man dieſer Ebene eine Veränderung der Neigung giebt, nebſt einer Bewegung in ihren Knoten, die ſo ſeyn muß, daß die Ebene welche angenommen worden, dem Planeten in allen ſeinen Ungleichheiten folge.

1061. Man wird auch ohne einigen Beweis, die Unmöglichkeit einſehen, daß ein angezogener Planet, deſſen Bahn in einer andern Ebene iſt, als die Bahn des beunruhigenden Planeten, jemals die Ebene von dieſem, in eben demſelben Punkte durchſchneiden ſollte, wo er ſie bey dem vorhergehenden Umlaufe durchſchnitten hatte: er muß ſie bey jedem male eher durchſchneiden, als er würde gethan haben, wenn ihn der beunruhigende Planet, nicht gegen dieſe Ebene gezogen hätte; er hat ohne Unterlaß eine Beſtimmung oder eine Kraft gegen die Ebene, wo ſich der Planet befindet der ihn anzieht, und er kann ſeine Unterwürfigkeit gegen dieſe Kraft, nicht anders zeigen, als wenn er in dieſe Ebene ein wenig vor Vollendung ſeines Umlaufs ankommt.

1062. Es ſey DN (Fig. 129.) die Ekliptik; LABN die Mondbahn, die Bahn nämlich in welcher der Mond anfänglich war, indem er den Bogen LA durchlief;

weil die Sonne in der Ebene der Ekliptik D N ſteht, ſo iſt klar, daß die anziehende Kraft der Sonne, zu aller Zeit, den Mond, der Ebene der Ekliptik oder der Linie D N zu nähern ſtrebt, in welcher ſich die Sonne befindet; wenn demnach der Mond in ſeiner Bahn durch einen zweeten Raum A B, der dem Raume L A, welchen er durchlaufen hatte, gleich iſt, fortgehen will, ſo ſtrebt die Kraft der Sonne ihn der Ekliptik N D um eine Größe A E zu nähern; und der Mond muß nothwendig, durch eine zuſammengeſetzte Bewegung, die Diagonale A C des Parallelogramms A E C B beſchreiben, ſo daß ſeine Bahn anſtatt L A B N zu ſeyn, A C M wird; daher kommt es, daß der Knoten N dieſer Bahn, beſtändig ſeine Stellung ändert, und von N in M geht, nach einer Seite, die der Bewegung des Mondes entgegen iſt, die ich von A nach N gerichtet zu ſeyn annehme; es iſt dahero die Bewegung des Knoten eines Planeten allezeit rückgängig, in Anſehung der Bahn D N des Planeten, der dieſe Bewegung veranlaſſet.

1063. Eben dieſe Figur zeigt, warum die Anziehung der Sonne, die Neigung der Mondsbahn ändert (566): weil der Mond genöthiget iſt, ſeine anfängliche Richtung L A B N, in eine neue Richtung, A C M zu verändern, ſo trifft er die Ekliptik N M D in dem Punkte M, unter einen neuen Winkel A M D, der von der Neigung A N D unterſchieden iſt, die der Mond vorhero zu machen ſuchte; weil aber dieſe Aenderung der Neigung, bey den andern Planeten, unmerklich iſt, will ich mich hier damit nicht beſchäfftigen. Außerdem iſt dieſe Aenderung periodiſch, und häufet ſich nicht auf; denn wenn die beunruhigte Bahn A C M, einen größern Neigungswinkel in M macht, als die anfängliche Bahn in N, ſo erfolgt das Gegentheil, wenn der Mond

über

über den Knoten N hinaus iſt, ſo daß ſich die Neigung durch eben dieſelben Grade wieder herſtellt; nur die Knoten ſind es, deren Bewegung beſtändig nach eben der Seite geht, die auch mehr und mehr zurück gehen, es mag der Mond auf ſeinen Knoten zu gehen, oder ſich von ihm entfernen. Dieſe Bewegung der Knoten, bringt in den Neigungen der Planetenbahnen Aenderungen hervor, wenn man ſie auf die Ekliptik vergleicht (527.).

1064. Das Vorrücken der Nachtgleichen, oder die Wirkung der Anziehungen, welche die Sonne und der Mond auf das Sphäroid der Erde machen (756), iſt eine Wirkung von eben der Art, als die Bewegung der Knoten, es iſt aber dieſes einer von den ſchwereſten Theilen von der Berechnung der himmliſchen Anziehungen; Newton hatte ſich darinnen verſehen; Hr. d'Alembert hat dieſe Aufgabe zuerſt vollſtändig aufgelöſt; die Herrn Euler, Simpſon, der Ritter d'Arcy, Silvabelle, der P. Walmesley und verſchiedene andre, haben ſich mit dieſer Sache beſchäfftiget, ich habe ſie mit der größten möglichſten Deutlichkeit im XXIIten Buche meiner Aſtronomie abgehandelt.

1065. Die Theorie der Bewegung der Knoten zeigt, daß ein Planet, der ſeinen Umlauf in der Ebene ſeiner Bahn macht, ohne Unterlaß von den andern Planeten davon abgelenkt wird (1062); eben die Beſchaffenheit hat es mit den Theilen des Sphäroids der Erde, weil dieſe gegen den Aequator erhöht ſind, und ſich täglich mit ihm umdrehen, ſo werden ſie durch die ſeitwärts gehenden Anziehungen der Sonne und des Mondes, von ihrer natürlichen Bewegung abgelenkt, als ob der Theil der Materie, (oder dieſe Art von Meniſ-

niſkus), von welcher man ſich vorſtellen kann, daß ſie die Kugel der Erde überſteigt, aus einer großen Anzahl Planeten zuſammengeſetzt wäre, die in 24 Stunden ihren Umlauf um die Erde machten.

1066. Wenn man demnach dieſes Vorrücken berechnen will, ſucht man anfänglich die Kraft, mit welcher die Sonne jedes Theilchen der Erde anzieht; hernach die völlige Kraft, die daraus entſteht, zu Herumdrehung eines Mittagskreiſes, und hierauf des ganzen Sphäroids. Wenn die Kraft für einen gegebenen Augenblick bekannt iſt, ſo ſchließt man daraus die Bewegung vermittelſt der Integralrechnung. Solchergeſtalt finden ſich ohngefähr 20″, um welche der Erdäquator jährlich zurückgehen muß, wenn die Sonne alleine wirkt, und die Erde als ein homogener Körper betrachtet wird.

1067. Der Mond, der auf das Sphäroid, völlig ſo wie die Sonne wirkt, verurſacht da eine ähnliche Bewegung: das Vorrücken welches vermittelſt des Mondes erfolgt, läßt ſich leichtlich aus dem von der Sonne herleiten; weil aber der Mond, durch die Bewegung ſeiner Knoten in 18 Jahren ſeinen Abſtand vom Aequator ſehr ändert, und folglich auch die Richtung, und Schiefe ſeiner Anziehung auf die erhabenen Theile des Erdäquators, ſo verurſacht er nicht nur ein beſtändiges Zurückgehen, ſondern auch eine periodiſche Ungleichheit, deren Rückkehr von 18 Jahren iſt, nebſt einem Wanken (795) davon Bradley Beobachtungen gemacht hat.

1068. Wenn wir mit dem Bradley annehmen, daß das beobachtete Wanken 18″ beträgt, ſo muß die größte Gleichung des Vorrückens von 16″ 8, das von

der

der Sonne verurſachte Vorrücken von 16″3, und das vom Monde, 33″7 ſeyn; in dieſem Falle würde die Kraft des Mondes 2,09 ſeyn, das iſt, etwas mehr als das doppelte der Kraft der Sonne. Wenn aber das beobachtete Wanken nur von 19″ wäre, ſo würde man 17″8 für die Gleichung, 14″5 für das Vorrücken durch die Sonne, 35″5 für das Vorrücken das der Mond verurſacht, und 2½ für die Kraft des Mondes haben. Durch dieſes Mittel würde man die Beobachtungen der Ebbe und Fluth (1090), mit den Beobachtungen des Wankens vergleichen können. Ich habe in dieſem ganzen Werke, angenommen, daß die Kraft des Mondes zwey und ein halbmal ſo ſtark als die Kraft der Sonne ſey; man kann, als eine Art von Mittel, ſie nur 2¼ annehmen; daraus wird allezeit folgen, daß das von der Sonne verurſachte Vorrücken, nicht 21″ beträgt, wie es die Theorie angiebt, ſondern 15″½; dieſes würde anzuzeigen ſcheinen, daß die Erde kein homogener Körper ſey; wir ſind aber noch nicht im Stande, von der innern Einrichtung der Schichten der Erde etwas mit Gewißheit zu behaupten.

1069. Wenn der Mond immer in eben der Abweichung bliebe, indem er mit eben dem Punkte des Aequators wieder zuſammen trifft, ſo würden die 35″ mittleres Vorrücken, die des Mondes Wirkung ſind, auf eine eben ſo gleichförmige Art hervorgebracht werden, als die wovon die Sonne die Urſache iſt; es geſchiehet aber wegen der Bewegung ſeiner Knoten (568), daß er in ſeinen verſchiedenen Umläufen, ſich mehr oder weniger vom Aequator entfernt, und gegen ihn mit mehr oder weniger Kraft wirkt. Wenn der aufſteigende Knoten im Widder iſt, geht die größte Entfernung des Mondes, in Vergleichung auf den Aequator,

tor, bis auf 28°$\frac{3}{4}$; wenn aber der aufſteigende Knoten in der Wage iſt, das neun Jahre darnach geſchiehet, ſo entfernt ſich der Mond vom Aequator niemals weiter als 18°$\frac{1}{4}$ bey jedem Umlaufe; alsdenn iſt ſeine völlige Anziehung gegen das Sphäroid, während eines Umlaufes, viel geringer, weil man wohl ſieht, daß ſie von der Abweichung abhangt; daher kommt es, daß das jährliche Vorrücken in dem Zeitraume von 18 Jahren, ſo ungleich iſt, und das Wanken ſo beträchtlich wird.

1070. Man beobachtet, daß die Schiefe der Ekliptik, durch eine Wirkung dieſes Wankens, um 9″ zunimmt, wenn die Länge des Knoten des Mondes null iſt, alsdenn entfernt ſich der Mond am meiſten vom Aequator, und hat die mehreſte Kraft die Ebene des Aequators zu ändern, und folglich auch die Schiefe der Ekliptik; es ſey ♈ G ♎ die Ekliptik (Fig. 130.), ♈ M ♎ der Aequator E G die Mondbahn; dieſer Planet entfernt ſich ſehr nach Norden des Aequators, wenn ſein aufſteigender Knoten G im Witter iſt; alsdenn zieht der Mond den Erdäquator von dieſer Seite mit mehr Kraft an. Es ſcheint daß der Aequator E M, ſich alsdenn der Ekliptik E G nähern müſſe; indeſſen erfolgt da ſo gar, daß der Winkel der größte iſt, und daß die Schiefe der Ekliptik, anſtatt von 23° 28′ 0″ zu ſeyn, von 23° 28′ 9″ befunden wird.

1071. Um die Entwickelung dieſer Schwierigkeit zu finden, muß man erwägen, daß die größte Veränderung der Lage des Aequators, nicht in dem Punkte geſchiehet, wo der Mond gegen den Erdäquator wirkt, ſondern 90° weiter davon. Wenn demnach der Mond, indem er L A (Fig. 131.) durchläuft, am ſtärkſten gegen den Aequator ♈ Q um die Sonnenſtandspunkte wirkt,

ſo

ſo wird dennoch um die Aequinoctialpunkte ♈ und ♎ dieſe Wirkung erſt merklich, weil die Aenderung der Richtung der Erdtheile, macht, daß ſie eine Diagonale nehmen müſſen, wovon die Entfernung 90° weiter, am merklichſten iſt. Wenn dieſe Wirkung um die Aequinoctialpunkte geſchiehet, ſo wird ſie die Schiefe der Ekliptik, oder den Abſtand des Punktes E der Ekliptik, vom Punkte Q des Aequators nicht ändern: wir wollen nunmehro unterſuchen, zu welcher Zeit, die größte Aenderung erfolgt.

1072. Wenn der Knoten des Mondes in G (Fig. 130.) im Sonnenſtandspunkte iſt, ſo wirkt der Mond der durch den Aequator in E geht, nicht zur Neigung des Aequators: denn um zu wirken, muß er einen gewiſſen Abſtand von ihm haben, und je mehr er davon entfernt iſt, deſto mehr wirkt er. Wenn der Mond in G iſt, am weiteſten vom Aequator entfernt als nur möglich iſt, ſo iſt da der Ort wo er am ſtärkſten anzieht; wenn MO die tägliche Bewegung des Erdäquators in 1″ Zeit, iſt, und OF die Größe der Kraft, mit welcher der Mond ſenkrecht gegen ſeine Ebene wirkt, ſo wird der Aequator die Richtung MF nehmen; daher wird in dem Kolur der Sonnenſtandspunkte NS, wo die Schiefe der Ekliptik gemeſſen wird, der Aequator MS weiter von der Ekliptik N, entfernt zu ſeyn ſcheinen; folglich wird die Schiefe der Ekliptik, durch die Wirkung des Mondes vermehrt zu ſeyn ſcheinen.

1073. Dieſe Wirkung, wird während der ganzen Zeit Statt finden, da der aufſteigende Knoten G, in dem nordlichen Theile der Ekliptik, oder in den aufſteigenden Zeichen ſeyn wird; daraus erhellet, warum ſie mehr und mehr zunimmt, und wenn endlich der Knoten

ten G des Mondes, durch ſeine rückgängige Bewegung in V kommt, wird das Wirken null, die Gleichung aber, welche aus der Wirkung erfolgt, die bis auf dieſen Zeitpunkt hervorgebracht worden, iſt die größte, eben ſo wie bey der elliptiſchen Bewegung der Planeten, die Gleichung am größten iſt, wenn die Geſchwindigkeit in ihrer Vermehrung nachläßt (497); daraus kann erkannt werden, warum die Schiefe der Ekliptik zu der Zeit am größten iſt, da gewißlich das Wirken des Mondes gegen den Aequator, am wenigſten vortheilhaft zu Hervorbringung dieſer Vermehrung gerichtet iſt, und daß dadurch völlig das Gegentheil zu erfolgen ſcheinen ſollte.

Von der Ebbe und Fluth.

1074. Bey der Ebbe und Fluth kommen drey hauptſächliche Erſcheinungen vor, die ſehr merkwürdig ſind; die erſte ereignet ſich zweymal des Tages, die zwote zweymal des Monats, und die dritte zweymal des Jahres. Alle Tage ſieht man beym Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis, oder einige Zeit darnach die Waſſer der See ſich über unſre Ufer erheben; man verſichert, daß zu St. Malo dieſe Erhebung bis auf 45 Fuß ſteigt. Wenn die Seewaſſer auf ſolche Höhe gekommen ſind, gehen ſie allmählig wieder zurück; ohngefähr ſechs Stunden nach ihrer größten Erhebung, kommen ſie in ihre größte Erniedrigung; darnach ſteigen ſie aufs neue wieder, wenn der Mond durch den untern Theil des Mittagskreiſes gehet, ſo daß die **Fluth** oder das hohe Waſſer (Flot), und die **Ebbe** oder das niedrige Waſſer (Juſan), ſich zweymal des Tages wahrnehmen laſſen, und täglich 48′, mehr oder weniger, verweilen, wie der Durchgang des Mondes durch den Mittagskreis.

1075. Die zwote Erſcheinung beſtehet darinnen, daß dieſe Bewegungen der See, merkliche Vermehrung zur Zeit des neuen und vollen Mondes, oder einen und einen halben Tag darnach, erhalten, und dieſe Vermehrung iſt überhaupt ſehr merklich, wenn der Mond in der Erdnähe iſt. Endlich die dritte von den Erſcheinungen dieſer Bewegungen, iſt, die Vermehrung welche ſich um die beyden Nachtgleichen ereignet, ſo daß der Fall da dieſe Bewegungen der See, die ſtärkſten von allen ſind, derjenige iſt, wenn eine Syzygie in der Erdnähe, zur Zeit der Nachtgleichen geſchiehet: wir werden dieſe Erſcheinungen noch deutlicher vorſtellen können, wenn wir ihre Urſache erklären.

1076. Der älteſte Schriftſteller der von der Ebbe und Fluth geredet hat, wie Strabo anmerkt (gegen das zweyte Drittheil ſeines erſten Buches), iſt Homer (Odyſſ. XII. 105), bey Gelegenheit des Charybdis; Homer ſagt, daß er ſich dreymal des Tages erhebt, und wieder zurückgeht; Strabo meynt, das Wort τρὶς ſey als ein poetiſcher Ausdruck geſetzt worden, anſtatt des Wortes δὶς, zweymal: man könnte auch dafür halten, daß Homer ſchlecht davon unterrichtet geweſen, oder daß ſich ein Fehler in den Text eingeſchlichen. (Coſtard. Hiſt. of Aſtron. pag. 256. 268.).

1077. Wenn Herodot und Diodor von Sicilien vom rothen Meere reden, ſo erwähnen ſie, daß Ebbe und Fluth groß und heftig darinnen ſind, ohne aber etwas von der Urſache zu gedenken, ἐῦν δὲ πολὺν καὶ σφοδρόν. Der erſte unter den Griechen, der auf die Urſache der Bewegungen der See Aufmerkſamkeit wendete, war Pytheas von Marſilien; er war, wie Strabo ſagt, in England geweſen, und mußte da die Be-

wegungen des Meeres haben wahrnehmen können. Plutarch meldet uns, daß er ſie wirklich ſo betrachtet habe, als ob ſie gewiſſermaßen durch den Mond eingerichtet wären; er ſpricht zwar nur von einer Ebbe und Fluth die monatlich geſchehe, aber ohne Zweifel iſt dieſes ein Fehler vom Plutarch. Weil die Ebbe und Fluth im arabiſchen Meerbuſen, oder dem rothen Meere ſehr ſtark iſt, ſo könnte ſie, ſagt Coſtard, zu Erklärung des Durchganges der Iſraeliten dienen, davon im 2ten Buch Moſe im 14ten Kap. geſagt wird, wenn man dabey vornehmlich noch annehmen wollte, daß ein Nordoſtwind den Fall oder Erniedrigung der Gewäſſer habe vermehren können.

1078. Ariſtoteles ſagt bey der Menge ſeiner von der Naturkunde handelnden Werke, die 300 Jahr vor Chriſti Geburt geſchrieben ſind, von dieſen Bewegungen der See, faſt gar nichts: man findet nur drey ſehr kurze Stellen, die dieſe Sache betreffen; die erſte, da er ſagt, daß es eine große Fluth der Gewäſſer gebe, die gegen Norden oder auf der Seite des Bäres ſind (Meteorol. Libr. II.); die zwote, wo er ſagt, daß man von Erhebungen des Meeres rede, die ſich nach dem Monde richten (de Mundo, c. 4. in fine); die dritte, wo er bemerkt daß die Ebbe und Fluth in einem großen Meere, ſtärker iſt, als in einem kleinern Meere (Problem. Sect. 23. n. 17). Wir finden keine Anzeigung, daß Ariſtoteles ſich mit Unterſuchung dieſer Erſcheinungen dergeſtalt ſollte beſchäfftiget haben, daß ſeine Wißbegierde ihn in den äußerſten Verdruß geſtürzet, und den Tod zugezogen habe, wie St. Juſtin und St. Gregorius von Nazianzo ſchreiben. Die Griechen waren überhaupt ſehr wenig mit dieſen Bewegungen der See bekannt, und man ſieht im Quintus Curtius wie ſehr Alexanders Soldaten in Verwun-

wunderung geriethen, als ſie nach Indien kamen, und die Schiffe vom Waſſer entblößt ſtehen ſahen.

1079. Zu den Zeiten des Cäſars geſchahe es, daß die Römer, die durch ihre Eroberungen unterrichtet worden waren, anfiengen Erkenntniſſe in dieſem Theile der Naturkunde zu zeigen: Cäſar redet davon in ſeinen Commentaren (Libr. IV). Strabo giebt nach dem Poſſidonius die Erklärung, daß die Bewegung des Meeres, die himmliſchen Bewegungen nachahme, daß da eine tägliche Bewegung, eine monatliche und jährliche ſey; daß ſich das Meer erhebe, wenn der Mond im Mittagskreiſe iſt, es ſey über oder unter dem Horizonte, und daß ſich daſſelbe erniedrige beym Aufgange und Untergange des Mondes. Daß ferner Ebbe und Fluth in den neuen und vollen Monden, und im Sommerſtillſtand größer ſind.

1080. Plinius erklärt nicht nur die Erſcheinungen, ſondern auch die Urſache, wenn er ſagt: Cauſa in ſole lunaque.... vt ancillantes ſyderi auido, trahentique ſecum hauſtu maria, Libr. II. cap. 97. Seneca ſpricht ſehr richtig davon (Quæſt. natur. III. 28. Quare bonis viris mala accidant cap. 1.). Macrobius ein Schriftſteller des 4ten Jahrhunderts, beſchreibt die Bewegungen der See ſehr wohl, bey Gelegenheit der Periode von 7 Tagen (Somn. Scip. I. 6.).

1081. Die mancherley Arten, durch welche man in verſchiedenen Zeiten, die Wirkung des Mondes auf die Ebbe und Fluth zu erklären geſucht hat, geben ſo wenig Befriedigung, daß ich ſie auch nur anzuzeigen Bedenken trage. S. Plutarch de plac. philoſ. L. III. c. 17. Galilei de Syſtem. mundi Dial. 4. Riccioli Almag. II. p. 374. Gaſſendi Op. II. pag. 27.

Wallis Oper. &c. Kepler war der erſte, der die Wirkung der allgemeinen anziehenden Kraft bey der Ebbe und Fluth wahrnahm; er ſpricht davon in ſeinem Werke: De Stella Martis auf eine beredte Art.

1082. Newton ſahe, nach der Entdeckung des Grundſatzes und des allgemeinen Geſetzes der Anziehung leichtlich die Wirkungen ein, welche die Sonne und der Mond bey der Ebbe und Fluth hervorbringen mußten, er handelte von dieſer Lehre, in ſeinem Werke (Princip. phil.) mit der gewöhnlichen, ſeinem hohen Verſtande angemeſſenen Art. Nachdem endlich die Akademie der Wiſſenſchaften, um das Jahr 1738 beſchloſſen hatte, die Theile des Weltſyſtems, die Newton nicht hatte erſchöpfen können, ganz vom neuen zu behandeln und zu ergründen, ſo ſtellte ſie die Frage von der Ebbe und Fluth zum Preiße, für 1740 auf; die Abhandlungen der Herrn Bernoulli, Euler und Mac-Laurin die an dem Preiße Theil nahmen, ſind vortreffliche Ausarbeitungen von dieſer Materie.

1083. Die erſte Sache die zu beweiſen vorkommt, iſt, daß die anziehende Kraft des Mondes, oder der Sonne, beſonders betrachtet, die auf eine ſehr dünne Lage eines flüßigen Weſens mit welchem eine Kugel umgeben iſt, wirkt, machen muß, daß dieſes Gewäſſer eine elliptiſche Geſtalt annimmt; Herr Mac-Laurin bewies dieſes in ſeiner Schrift von 1740. auf eine ſehr ſcharfſinnige Art; Herr Clairaut beweiſt es in ſeiner Théorie de la Figure de la Terre; und es fällt nicht ſchwer, eben dieſen Beweis auf die Ebbe und Fluth anzuwenden, weil die Kraft der Sonne und des Mondes, auf die verſchiedenen Theilchen der Erde, von eben der Art iſt, als die Schwungkraft, und eben ſo wohl als

dieſe,

dieſe, eine elliptiſche Geſtalt in ihrem Gewäſſer hervorbringt: ich habe es im XXIIten Buche meiner Aſtronomie umſtändlich erwieſen.

Die Seewaſſer erheben ſich nicht nur gegen die Seite wo das Geſtirn ſteht, welches ſie anzieht, ſondern auch auf der entgegengeſetzten Seite, denn wenn das Geſtirn die obern Waſſer mehr anzieht, als es den Mittelpunkt der Erde anzieht, ſo zieht es auch den Mittelpunkt der Erde mehr als die untern Waſſer an, und dieſe bleiben vom Mittelpunkte eben ſo viel zurück, als die obern Waſſer aufwärts gegen das Geſtirn gehen, welches ſie anzieht. Die Carteſianer haben ſich dieſe doppelte Ebbe und Fluth niemals begreiflich seyn laſſen wollen, ob dieſes gleich ein unläugbarer Beweis der Anziehung iſt. Alle Kreiſe der Erde, die ihren gemeinſchaftlichen Durchſchnitt, gegen den Mond gerichtet haben, nehmen gleichermaßen die elliptiſche Geſtalt an; die Waſſerkugel verändert ſich demnach in ein länglichtes Ellipſoid, deſſen große Axe gegen das Geſtirn gerichtet iſt, welches die Gewäſſer anzieht.

1084. Das Maaß der elliptiſchen Geſtalt, eines ähnlichen Sphäroids, iſt $\frac{3}{4}$ der beunruhigenden Kraft gleich, in dem Punkte wo ſie am ſtärkſten wirkt, ſo daß man, wenn die anziehende Kraft der Sonne gegen die Gewäſſer berechnet worden, die Zuſammendrückung dieſes Sphäroids von 23 Zollen findet; ſo viel beträgt die Höhe, auf welche die Kraft der Sonne allein die Seewaſſer unter dem Aequator zu erheben vermögend iſt. Es wird ſich bald zeigen, daß der Mond dreymal ſo viel davon hervorzubringen vermag; welches im Ganzen 8 Fuß Fluth auf einem offenen Meere betragen würde: dieſe Höhe wird oft durch den Widerſtand des

Grundes verringert, denn ſie iſt nur von 3 Fuß an der Inſel St. Helena, am Vorgebürge der guten Hoffnung, und bey den Philippiniſchen und Moluckiſchen Inſeln; auch nur von einem Fuß, in der Mitte des Südmeeres: hingegen wird ſie auch durch die Lage und Geſtalt der Küſten oft vergrößert, indem zu St. Malo 45 Fuß hohe Fluth iſt, bisweilen auch wohl noch höher.

1085. Der erhöhteſte Theil dieſes Waſſer-Ellipſoids, iſt nicht genau gegen die Sonne oder gegen den Mond gerichtet, denn man beobachtet, daß die Fluth in offenen Meeren, ohngefähr 2 St. $\frac{1}{2}$ nach dem Durchgange derſelben durch den Mittagskreis ankommt; ſo hat es de la Caille am Vorgebürge der guten Hoffnung beobachtet, (Mémoir. Acad. 1751.); und Maskelyne, von 2 St. $\frac{1}{4}$ auf der Inſel St. Helena, (Philoſ. Tranſact. 1762.) Wenn wir demnach in folgenden Artikeln, von dem Geſtirne reden werden, das die Ebbe und Fluth verurſacht, ſo wird dabey ein Punkt gemeynt der 35° ohngefähr, weiter gegen Morgen liegt, als der wahre Ort des Geſtirnes. Und in Anſehung der Küſten, die weiter abliegen, erfolgt die Fluth noch ſpäter, wie man in der Tafel Etabliſſement du Port erſehen kann, die in der Connoiſſance des Temps zu finden iſt, auch in der Architecture hidraulique von Belidor, und in allen Büchern von der Schiffkunſt, als in denen vom P. Fournier, von Bouguer, und Robertſon.

1086. In einer wenig zuſammen gedruckten Ellipſe, verhalten ſich die Uebermaaße der Halbmeſſer, über die halbe kleine Axe, wie die Quadrate der Sinuſſe der Abſtände von der kleinen Axe (821); weil demnach das Waſſerſphäroid nach und nach mit der

Sonne,

Sonne, den ganzen Lauf um die Erde macht, ſo werden die Länder die unter der großen Axe liegen, hohes Waſſer haben, die aber, unter der kleinen Axe, werden niedriges Waſſer haben, und der Unterſchied zwiſchen dem niedrigen und dem hohen Waſſer, für jeden Zeitpunkt, wird das Uebermaaß eines der Halbmeſſer, über die kleine Axe der Ellipſe ſeyn.

Die Höhe der Fluth über das niedrige Waſſer, an jedem Orte, wird demnach gleich ſeyn der größten Höhe des Waſſers, multipliciret durch das Quadrat des Coſinus des Abſtandes des Beobachters vom höchſten Orte des Ellipſoids; das iſt, der Entfernung zwiſchen dem Zenith des Ortes, und dem Geſtirn welches die Fluth verurſacht, wenn man annimmt, daß das Ellipſoid gegen das Geſtirn ſelbſt gerichtet iſt; es erfolgt demnach das niedrigſte Waſſer, wenn das Geſtirn im Horizonte ſteht, und das höchſte Waſſer, wenn das Geſtirn im Mittagskreiſe iſt.

1087. Daraus folgt, daß wenn der gegebene Ort, und das Geſtirn welches die Ebbe und Fluth verurſacht, beyde unter dem Aequator ſind, die Höhe der Fluth ſich wie das Quadrat des Coſinus des Stundenwinkels verhält, und die Erhebung wächſt ohngefähr wie die Quadrate der Zeiten um den Mittagskreis; eben dieſes hat auch die Beobachtung gewieſen (Mémoir. Acad. 1720. pag. 360.).

Wenn der gegebene Ort, vom Aequator entfernt iſt, ſo iſt die Höhe der Fluth, wie das Quadrat des Coſinus der Breite; ſo bald aber die Breite groß genug iſt, daß der Mond zu gewiſſen Zeiten nicht untergeht, ſo giebt es nicht mehr als eine Ebbe und Fluth in den 24 Stunden, weil der Mond dem Horizonte nur

einmal nahe kommt. Unter dem Pol ſelbſt, giebt es keine tägliche Ebbe und Fluth, weil der Mond, während des ganzen Tages ſcheinbar in einerley Abſtande vom Zenith bleibt, und das Waſſerſphäroid drehet ſich herum, ohne ſich zu einer Stunde mehr, als zur andern zu erheben. In den andern Fällen giebt es zwo Ebben und Fluthen, die eine trifft ohngefähr mit dem obern Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis, die andre mit dem untern Durchgange zuſammen; ſie ſind aber ſehr ungleich.

1088. Wenn das Geſtirn nicht im Aequator iſt, ſo wird ſich die Fluth, für ein Land das unter dem Aequator liegt, verhalten, wie das Quadrat des Coſinus der Abweichung, weil dieſe Abweichung ſelbſt, der Abſtand des Geſtirns vom Zenith ſeyn wird, oder die Entfernung des gegebenen Punktes von dem höchſten Orte des Ellipſoids. Wenn der gegebene Ort, nicht im Aequator iſt, ſo wird die obere Fluth, die größte ſeyn, der Theorie zu folge, wenn das Geſtirn am nächſten beym Zenith durchgehen wird, das iſt, wenn die Abweichung des Geſtirns auf der Seite des erhabenen Pols iſt; die untere Fluth aber wird kleiner ſeyn, als wenn das Geſtirn im Aequator wäre, weil der dem Geſtirn entgegen geſetzte Punkt, weiter vom Zenith als vom Aequator entfernt ſeyn wird, wenn das Geſtirn im untern Theile des Mittagskreiſes iſt.

1089. Unterdeſſen beobachtet man, daß die Ebbe und Fluth in Europa, überhaupt ſtärker nach den Nachtgleichen, als gegen den Sommerpunkt iſt, dieſes kommt wahrſcheinlicher weiſe von einigen beſondern Umſtänden her: 1) die Süd- und Weſtwinde ſind alsdann gewöhnlicher und ſtärker. 2) Die Fluth des Sonnenſtandspunkts iſt zwiſchen dem feſten Lande von

Afrika

Afrika und Amerika mehr gehindert, und mehr eingeſchränkt, als die in den Nachtgleichen erfolgt; ſie kann dahero an unſern Küſten weniger merklich ſeyn. 3) In den Sonnenſtandspunkten ereignen ſich zwo Ebben und Fluthen, davon eine ſtark, die andre ſchwach iſt, und ſich wechſelsweiſe gegen einander aufheben; da hingegen zur Zeit der Nachtgleichen zwo ohngefähr gleiche vorfallen, deren völlige Wirkung merklicher iſt. Indeſſen müſſen wir noch hinzufügen, daß es nicht ſo allgemein iſt, wie man gemeiniglich ſagt, daß die Ebben und Fluthen der Nachtgleichen die größten im Jahre wären; und daß die größten und außerordentlichſten derſelben, die beobachtet worden, nicht um die Nachtgleichen geſchehen ſind, wie man aus einer Abhandlung erſehen kann, die ich in der Akademie 1772 von der Ebbe und Fluth der Nachtgleichen vorgeleſen habe.

1090. Wenn die Kraft der Sonne die Oberfläche der Seewaſſer in ein länglicht Sphäroid zu verändern vermögend iſt, deſſen höchſter Ort gegen die Sonne gerichtet iſt, ſo muß der Mond eine ähnliche Wirkung hervorbringen können; es nehmen auch die Ebben und Fluthen, wie man beobachtet, an den Bewegungen der Sonne und des Mondes Theil. In den Syzygien, das iſt, in den neuen und vollen Monden, ſind das Waſſerſphäroid das durch die Kraft der Sonne gemacht worden, und das welches die Kraft des Mondes hervorgebracht hat, nach einerley Gegend gerichtet; die Verlängerung des Sphäroids, iſt demnach der Summe der Verlängerungen gleich, welche die Sonne und der Mond jedes beſonders hervorzubringen vermögend ſind; in den Viertheilen aber, ſtehen die Axen dieſer beyden Sphäroide mit einander rechtwinklicht, und die große Axe des Sphäriods von der Sonne, ver-

größert die kleine Axe des Sphäroids vom Monde. Solchergeſtalt ſind dieſe Bewegungen der See in den Syzygien, die Summe der Wirkungen der Sonne und des Mondes, da die, welche die See in den Viertheilen macht, der Unterſchied davon ſind. Die Höhen der Fluth können uns demnach die Verhältniß der Kräfte der Sonne und des Mondes bekannt machen. Wenn Hr. Daniel Bernoulli annimmt, daß zu St. Malo das Meer 50 Fuß Veränderung in den mittlern Ebben und Fluthen der Syzygien, und 15 Fuß in denen der Viertheile macht, ſo ſchließt er daraus, daß die Verhältniß der beyden Kräfte der Sonne und des Mondes von 13 zu 7 iſt; nach Unterſuchung verſchiedener Beobachtungen aber, vornehmlich der Zeiträume dieſer Bewegungen der See, wovon bald mehr geſagt werden ſoll (1093), ſchließt er, daß die Kraft des Mondes $2\frac{1}{2}$ mal ſo ſtark als die Kraft der Sonne, in den mittlern Entfernungen wirkt.

1091. Wenn der Mond in der Erdferne iſt, ſo nimmt ſeine Kraft ab, wie der Würfel ſeines Abſtandes zunimmt (1050), ſo daß die größte Kraft des Mondes in der Erdnähe = 3, und die kleinſte nur = 2 in der Erdferne ſeyn wird, wenn die mittlere Kraft deſſelben $2\frac{1}{2}$ iſt. Denn, die Würfel der äußerſten Parallaxen, als von 53′ 51″ und von 61′ 29″ verhalten ſich ohngefähr wie 2 zu 3. Dieſe Vergrößerung der Ebben und Fluthen in der Erdnähe des Mondes, ſtimmt mit den Beobachtungen vollkommen überein.

Die Würfel der Entfernungen der Sonne von der Erde, im Winter und im Sommer, verhalten ſich gegen einander wie 1 zu 1,106. Die Kraft der Sonne iſt demnach im Winter um ein Zehntheil größer, und wenn von 22 oder 23 Fuß, der zu Breſt ſich ereignenden

Ebbe

Ebbe und Fluth, wenn der Mond in der Erdnähe ſteht, für das Wirken der Sonne $5\frac{3}{4}$ kommen, ſo müſſen im Winter, zu Breſt 7 Zolle Erhöhung mehr erfolgen als im Sommer, und dieſe bloß durch die Wirkung der Entfernungen der Sonne von der Erde; dieſe Größe aber, iſt zu wenig merklich, als daß man ſich durch Beobachtungen genau davon ſollte verſichern können.

1092. Bisanhero iſt unſer Vortrag von der Ebbe und Fluth, nur auf die Fälle der Syzygien und Viertheile gerichtet geweſen; wir wollen nunmehro unterſuchen, was ſich in den Zwiſchenzeiten ereignet. Wenn der Mond und die Sonne, in einiger Entfernung von einander ſtehen, ſo bringt jedes eine verſchiedene Erhebung an einem gegebenen Orte hervor, und die Summe dieſer beyden Erhebungen, iſt die Höhe der Fluth, auf deren Beſtimmung die Abſicht gerichtet iſt. Die Kraft des Mondes iſt zwey oder dreymal ſtärker als die Kraft der Sonne, daher erhebt ſich der Punkt des hohen Waſſers, zwey oder dreymal mehr gegen den Mond, als gegen die Sonne, und iſt niemals vom Monde 15° entfernt. Folglich iſt der Durchgang des Mondes durch den Mittagskreis dasjenige, was den meiſten Einfluß auf die Zeit des hohen Waſſers hat; es iſt auch der Unterſchied zwiſchen dem Durchgange des Mondes, und dem Zeitpunkt des hohen Waſſers niemals über 63 Zeitminuten, ſogar zu der Zeit, wenn der Mond in der Erdnähe iſt, und 60° von der Sonne abſtehet. Herr Bernoulli hat durch ſeine Formeln, ein Größtes von dieſem Unterſchiede zwiſchen dem Durchgange des Mondes und dem hohen Waſſer, beſtimmt; es iſt aber leicht durch aſtronomiſche Rechnung, mit Beyhülfe einiger falſchen Anſetzungen für alle Entfernungen des Mondes, zu erhalten. Es ſey ABM (Fig. 128.) das

Waſſer-

Waſſerſphäroid, deſſen höchſter Ort, oder der Punkt des hohen Waſſers in A iſt, da die Sonne auf den Punkt H, der Mond auf den Punkt L trifft, und der Abſtand des Mondes von 60° angenommen iſt; LA iſt der Abſtand des Mondes vom Punkte des hohen Waſſers, AH der Abſtand der Sonne von eben dieſem Punkte. Die Höhe der größten Fluth, durch die Kraft der Sonne allein, mag 1 heißen, ſo hat man Coſin. AH^2 für die Höhe in A, die durch die Sonne hervorgebracht wird (1086), und 3 Coſin. LH^2 für die Höhe, die in A durch die Wirkung des Mondes in der Erdnähe verurſacht wird. Nimmt man nun LA von 9° an, und AH von 51°, ſo finden ſich dieſe beyden Werthe 0,3961 und 2,9266; und die gänzliche Höhe der Fluth iſt 3,3227. Setzt man LA $9°\frac{1}{2}$, ſo erhält man 2,9183 und 0,4046, welches 3,3229 macht; nimmt man LA = 10°, ſo findet ſich 2,9095 und 0,4132, welches für die Fluth 3,3227 giebt; es iſt hier leicht zu erſehen, daß das Größte ihrer Summe bey $9°\frac{1}{2}$ vorfällt; demnach iſt die größte Höhe der Fluth, wenn die Sonne und der Mond 60° von einander abſtehen; und der Mond in der Erdnähe iſt.

1093. Um zu wiſſen, wie viel Zeit der Punkt A eher durch den Mittagskreis gehet, als der Mond, darf man nur erwägen, daß die tägliche Verweilung des Mondes in der Erdnähe 1 St. 6′ beträgt, daher machen dieſe $9°\frac{1}{2}$, in Zeit, 40 Min., folglich muß das hohe Waſſer 40′ eher kommen, als der Mond durch den Mittagskreis gehet. Wenn der Mond in der Erdferne ſteht, und ſeine Kraft nur doppelt ſo ſtark, als die Kraft der Sonne iſt, ſo iſt ein Größtes für 60° Abſtand, von 2,3660, und dieſer Punkt iſt 15° vom Monde; dieſe 15° machen $62'\frac{1}{4}$ Mond-

Mondzeit; es iſt demnach in der Erdferne des Mondes, 1 St. 3′ Unterſchied zwiſchen dem Durchgange durch den Mittagskreis, und dem Zeitpunkte des hohen Waſſers; von dieſem Unterſchiede hat man eine Tafel für alle Grade des Abſtandes des Mondes von der Sonne, die ich vielmals in die Connoiſſance des Temps eingeruckt habe.

1094. Dieſer Unterſchied zwiſchen dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis, und dem Zeitpunkte des hohen Waſſers, hat auch dem Herrn Bernoulli gedient, die Verhältniß der Kräfte des Mondes und der Sonne zu beſtimmen. Wir wollen ſetzen, daß in den mittlern Abſtänden, HA mit 34 Zeitminuten übereinkomme, und daß AL von 14′ ſey, ſo iſt leicht zu bemerken, daß dieſe beyden Größen in verkehrter Verhältniß der Kräfte der Sonne und des Mondes ſind, woraus erfolgen wird, daß ſich dieſe Kräfte gegen einander verhalten wie 14 zu 34, oder ohngefähr wie 1 zu $2\frac{1}{2}$.

1095. Aus allen in vorhergehenden Artikeln feſtgeſtellten Sätzen, erfolgt eine Hauptregel zu Berechnung der Höhe der Fluth an jedem Orte, und zu jeder Zeit. Es muß gefunden werden 1) der Ort der Sonne und des Mondes, und ihre Abſtände von der Erde; 2) ihre Abweichungen, und ihre Höhen müſſen für den gegebenen Ort berechnet werden (368), indem man den Stundenwinkel um 3 St. $\frac{1}{4}$ größer nimmt, wenn es für Breſt iſt, um 6 St. für St. Malo, oder für Plymouth ꝛc. mehr oder weniger, wie die Zeit des hohen Waſſers am Tage des neuen oder vollen Mondes beſtimmt iſt. Wenn dieſe berechnete Höhe null iſt, ſo hat man niedriges Waſſer an dem gegebenen Orte, denn der höchſte Ort des Sphäroids wird

im

im Horizonte ſeyn. Außer dieſem, wird das Quadrat des Sinus dieſer Höhe des erhabenſten Ortes des Waſſerſphäroids, multiplicirt durch die größte Wirkung des Mondes für den gegebenen Abſtand (1091), das hohe Waſſer beſtimmen, oder den Unterſchied des niedrigſten Waſſers durch den Mond, von dem, welches in dem gegebenen Zeitpunkte Statt findet; eben dieſe Berechnung ſtellt man auch für die Sonne an, und addirt beyde Höhen zuſammen, um die völlige Beſtimmung der Fluth zu erhalten.

1096. Es iſt gut, wenn man ſie auf einen beſtändigen Punkt, oder auf die natürliche Waſſerebene vergleicht, um ſie mit der von der Sonne herrührenden zu verbinden, die auf eben dieſe Waſſerebene gebracht iſt; um dieſen Punkt der Waſſerebene zu finden, oder einen beſtändigen Punkt zu erhalten, um darauf die Höhen des Waſſers zu vergleichen, muß man ihn über dem niedrigen Waſſer nehmen, nur von einem Drittheile des Unterſchiedes zwiſchen dem niedrigen Waſſer und dem hohen Waſſer, weil erwieſen iſt, daß das Steigen, doppelt ſo hoch, als das Fallen, in den Syzygien iſt. Zu Breſt ſteigt die Fluth in den vortheilhafteſten Fällen auf 23 Fuß; das Drittheil davon iſt 7 Fuß 8 Zolle: dieſes iſt die Höhe der natürlichen Waſſerebene des Meeres, über das niedrige Waſſer; verſchiedene Beobachter haben ſich geirret, indem ſie die Mitte, für die mittlere Höhe angenommen.

1097. Bisweilen wirft man den Vertheidigern der anziehenden Kraft vor, die anziehende Kraft müſſe, wenn ſie die Urſache der Ebbe und Fluth wäre, auch in den kleinen Meeren Statt finden, eben ſo wie in den großen; es iſt aber erwieſen worden, daß die Ebbe und Fluth in kleinen Meeren, unmerklich ſeyn muß. Wir

wollen

wollen ſetzen, daß RM (Fig. 132.), ein Theil der Erdkugel ſey, SM ein Theil des Waſſerſphäroids, das Statt finden würde, wenn das Meer offen wäre, und die ganze Erdfläche bedeckte; wenn es nun einen kleinen Umfang vom Meere giebt, der nur die Breite Zx von Morgen nach Abend hat, ſo können die Gewäſſer nicht die Krümmung VS annehmen, denn weil keine umgebenden Waſſer da ſind, welche die Stelle derer einnehmen können, die ſich erheben würden, ſo ſind ſie gezwungen, eine ähnliche Krümmung OR anzunehmen, ſo, daß VO gleich ſey mit SR, indem die Fläche COR allezeit der Fläche CZx gleich iſt. Daraus erhellet ohne alle Rechnung, daß die Ebbe und Fluth daſelbſt, deſto weniger merklich ſeyn wird, je geringer die Ausdehnung des Meeres in der Länge iſt, weil die Fläche des Dreyecks ZCx, ſo abnimmt, als Zx, und die Neigung der Linien OR, Zx niemals größer ſeyn kann, als der durch den Kreis und durch die Ellipſe gemachte Winkel M; ſo bew iſt auch Herr Bernoulli aus ſeinen Formeln, daß die völlige Ebbe und Fluth eines ſolchen Meeres, ſich zu der, welche auf der offenen See erfolgen würde, verhält, wie die Länge Zx dieſes Meeres, von Morgen nach Abend, zum Sinustotus.

Herr Bernoulli beweiſt gleichermaßen, daß die Ebbe und Fluth, wenn das Meer 90° Ausdehnung hätte, nur um ein Sechstheil daſelbſt kleiner ſeyn würde; als in der offenen See; und ſie würde da 1 St. 5′ ſpäter eintreten, als wenn die ganze Erde mit Waſſer bedeckt wäre.

Man erſieht auch aus dem, was vorher geſagt worden, daß in einem enge begränzten Meere, das Waſſer, wenn es ſich gegen ein Ufer R erhebt, ſich am entgegengeſetzten Ufer O vertieft.

1098. Ich will hier von den beſondern Einſchränkungen nicht reden, welchen das allgemeine Geſetz der Ebbe und Fluth, in verſchiedenen Ländern, wegen der Lage der Meere und der Ufer unterworfen iſt; man kann nachſehen, was Newton von Batsham in Tunquin ſagt, wo täglich nur eine Ebbe und Fluth vorfällt; ferner, was von den außerordentlichen Ebben und Fluthen im Euripus, im zweyten Theile von Spons Reiſen, gemeldet wird, und im Dictionnaire de la Martinière, auch in den Briefen des Herrn Buchoz; wegen der, die in der Meerenge bey Gibraltar ſind, können die Trans. Philoſ. von 1762 nachgeſehen werden.

1099. Die umſtändlichen Nachrichten, von den Beobachtungen, die in Frankreich von der Ebbe und Fluth gemacht worden, finden ſich überhaupt in den Mémoires de l'Academie, 1710, 1712, 1713, 1714, 1720, und in einem beſondern Tractate, den ich von dieſer Sache herauszugeben Vorhabens bin.

In dieſem zwölften Buche habe ich nur einen allgemeinen Begriff von der anziehenden Kraft mittheilen können; weil dieſe Sache mit den abſtracteſten Rechnungen durchflochten iſt, würde ſie für die Leſer, denen dieſes Werk gewidmet iſt, unbrauchbar ſeyn, ſie werden aber doch hier vielleicht ſo viel finden, als zu Ermunterung ihrer Wißbegierde nöthig ſeyn wird, und ihnen zum Antriebe dienen kann, auf gründlichere Unterſuchung dieſer Lehren, Fleiß zu verwenden.

1100. Dieſer Anleitung ſollte noch eine Abhandlung von den aſtronomiſchen Rechnungen beygefügt ſeyn, diejenigen aber, welche genugſamen Trieb zu dieſen Erkenntniſſen haben, um ſich mit den genauen

Entwi-

Entwickelungen und den Beſchäfftigungen der Sternkunſt einzulaſſen, werden ſich nicht entbrechen können, meine Aſtronomie zu Rathe zu ziehen, die in drey Bänden in 4to 1771 herausgekommen, und ein mehr befriedigendes und vollſtändigeres Werk von dieſer weitläuftigen Wiſſenſchaft, ausmacht.

Erklärung der Tafel,
welche das Reſultat der ganzen Sternkunſt enthält.

Die folgende Tafel ſtellt alle Elemente dar, die bey dem Fortgange dieſes Werkes deswegen nicht an gehörigen Orten beygebracht worden, damit es für den Leſer bequemer ſeyn möge, ſie alle bey einander zu haben. So hätten zum Beyſpiel, die tropiſchen Umlaufszeiten, dem 454ſten Artikel beygefügt werden können, wo ich die Erklärung davon gegeben habe, es weiſt aber die Tafel auch auf dieſen Artikel zurück, in der Ueberſchrift des Abſchnittes von den Umläufen.

Die Durchmeſſer, die körperlichen Ausdehnungen, und die Weiten der Planeten, die in folgender Tafel angegeben worden, ſind nach den letztern Reſultaten der Sonnenparallaxe berechnet, die ich von acht Secunden und ein halb finde; es iſt demnach dieſe Tafel beſſer, als die im ſechſten Buche meiner Aſtronomie beygebrachte, die im Druck gegeben wurde, ehe wir noch die zuverläßigſten Beobachtungen, von dem 1769 wahrgenommenen Durchgange der Venus erhalten hatten.

Es könnte ſeyn, daß die mittlere Sonnenparallaxe, die ich im kurzen Ausdruck von $8''\frac{1}{2}$ annehme, um etwas weniges größer wäre; Herr Lexell, der nach mir, dieſe Unterſuchungen unternommen, und alle mögliche Genauigkeit in ſeinen Rechnungen angewandt hat, findet $8''63$ anſtatt der $8''55$ die ich in meiner Abhandlung feſtgeſetzt hatte; daraus ſcheint mir zu erhellen, wie weit die wirkliche Ungewißheit dieſes Elements eingeſchränkt werden kann, nämlich auf ein Zwölftheil von einer Secunde, ich habe nicht befunden, daß dieſer Unterſchied der Mühe werth ſeyn würde, meine Tafel aufs neue zu berechnen, wenn er auch genugſam beſtätiget ſeyn ſollte *)

Die Umlaufszeiten ſind nach gemeinen Jahren nur von 365 Tagen gerechnet, und in Tagen, Stunden, Minuten, Secunden, und Zehntheilen von Secunden nach mittler Zeit ausgedruckt.

Der

*) Herr de la Lande, der ſich mit eben ſo viel Eifer beſtrebt, Ungewißheiten wegzuſchaffen, ſo unermüdet derſelbe in ſeinen Rechnungen iſt, hat dem ohngeachtet, nach der erſten Ausgabe dieſes Werkes, die Mühe übernommen, ſeine Unterſuchungen aufs neue auf dieſen Gegenſtand zu wenden, und hat durch eine Rechnung, die auf die richtigſten Beobachtungen gegründet iſt, das Reſultat gefunden, daß die mittlere Sonnenparallaxe $8''6$ beträgt; welches einen Unterſchied von einem Zehntheile einer Secunde, mit dem Elemente der erſten Tafel macht. Dem zu folge hat dieſer berühmte Sternkündiger uns ſeine neue Tafel mitgetheilet, die wir neben die andre Tafel geſetzt haben. Es iſt demnach dieſe Neue Tafel der Durchmeſſer, Weiten ꝛc. der Planeten, die als die beſte erkannt werden muß. (Anmerk. des Herausgebers).

Der Durchmeſſer der Sonne iſt hier um etliche Secunden kleiner angeſetzt, als der, welchen ich aus den genaueſten Beobachtungen beſtimmt habe; es hat mir aber bey der Dauer der Finſterniſſe geſchienen, daß der wahre Durchmeſſer der Sonne, durch die Verbreitung ihres Lichtes vergrößert werde. Die Zahlen, die nach dem Striche oder Comma ſtehen, zeigen Decimalbrüche an; zum Beyſpiel, der Durchmeſſer des Mondes iſt von 4″642, das heißt, 4 Secunden und ſechs Zehntheile, 4 Hunderttheile, 2 Tauſendtheile, oder 642 Tauſendtheile einer Secunde.

Desgleichen, die Geſchwindigkeit ſchwerer Körper auf der Oberfläche der Erde, beträgt 15 Fuß und 1038 Zehntauſendtheile des Fußes; ich habe zu der Geſchwindigkeit, die wirklich unter dem Aequator auf der Oberfläche der Erde beobachtet wird, die Größe hinzugethan, um welche die Schwungkraft ſie verringert, damit man die wahre Geſchwindigkeit habe, welche Statt finden würde, wenn die Erde unbeweglich ſtünde; eben ſo iſt es bey den übrigen Planeten geſchehen.

Bey Berechnung der Dichtigkeit des Saturns, habe ich ein Mittel zwiſchen den Maſſen genommen, die aus den Weiten der fünf Nebenplaneten, die von Caſſini beobachtet worden, erfolgen; andre Sternkündiger laſſen es bey der Weite des vierten Nebenplaneten bewenden, der am beſten bekannt iſt. Ich habe auch die Maſſe des Ringes nicht in Betrachtung gezogen, ſondern ſie mit der Kugel des Saturns vereiniget angenommen, weil ſeine Dicke ſehr geringe iſt; da außerdem auch ſeine Maſſe völlig unbekannt iſt, ſo hat dieſes Element nicht in die Rechnung gebracht werden können.

Durch die mittlern Weiten, die am Ende der Tafel ſtehen, kann man die größte und kleinſte Weite jedes Planeten von der Erde finden, zum Beyſpiel, für den Merkur, der 13 Millionen Meilen von der Sonne entfernt iſt, da ſie ſelbſt von der Erde 34 abſtehet, iſt die Summe 47 die größte Weite des Merkurs; und der Unterſchied 21 die kleinſte Weite. Für den Saturn zeigt die Summe von 34 und 331 Millionen, daß ſein größter Abſtand von der Erde 365 Millionen beträgt; der Unterſchied 297 iſt ſeine kleinſte Weite *).

Die Ungewißheit, die bey der Weite der Sonne und der andern Planeten von der Erde ſeyn kann, beträgt ohngefähr ein Zweyhunderttheil des Ganzen, vielleicht wohl zwey hundert tauſend Meilen für die Sonne. Die Weite des Mondes aber iſt viel richtiger bekannt, es ſind bey 86 tauſend Meilen Entfernung, nicht 50 Meilen Ungewißheit.

*) S. auf welche Art die Weiten in der Neuen Tafel ausgedruckt ſind. (Anmerk. des Herausgebers).

Tafel,

welche das Reſultat der neueſten Beobachtungen von den Umlaufszeiten der Planeten enthält.

Planeten.	Tropiſcher Umlauf (454).					Siderischer Umlauf (321).					Synodiſcher Umlauf (557).			
	Jahre.	Tage.	St.	Min.	S. Z.	Jahre.	Tage.	St.	Min.	S. Z.	Tage.	St.	M.	S.
die Sonne	1	0	5	48	45, 5	1	0	6	9	11, 2	—	—	—	—
der Mond	0	27	7	43	4, 6	0	27	7	43	11, 5	29	12	44	3
Merkur	0	87	23	14	25, 9	0	87	23	15	37, 0	115	21	3	22
Venus	0	224	16	41	32, 4	0	224	16	4)	12, 7	583	22	7	6
Mars	1	321	22	18	27, 3	0	321	23	30	43, 3	779	22	28	26
Jupiter	11	315	8	58	27, 3	11	317	8	51	25, 6	398	21	15	45
Saturn	29	164	7	21	50, 0	29	176	14	36	42, 5	378	2	8	8

Tafel der Abmeſſungen der Planeten, da die Sonnenparallaxe von 8″5 angenommen iſt.

	Durchmeſſer in Minuten u. Sec. (532).	Durchmeſſer in Meilen (534).	Durchmeſſer, in Vergleichung gegen die Erde.	
die Sonne	31′ 57″,5	323155	Hundert u. dreyzehn Durchm. der Erde, oder	112,79
die Erde	17,0	2865	— — — —	1,000
der Mond	4,642	782	Ein Viertheil oder $\frac{3}{11}$ des Durchm. d. Erde	0,2730
Merkur	7,0	1180	Zwey Fünftheile — —	0,41176
Venus	16,52	2785	Kleiner, um ein drey und Dreyßigtheil	0,97196
Mars	11,4	1921	Zwey Drittheile, oder —	0,67059
Jupiter	3′ 13,7	32644	Eilf Durchmeſſer und ein Drittheil —	11,393
Saturn	2 51,7	28936	Zehn Durchmeſſer der Erde —	10,100
Sat. Ring.	6 40,6	67518	Drey und zwanzig Durchmeſſer und $\frac{1}{2}$	23,567

	Größe (oder Volumen) in Vergleichung mit der Erde, ohngefähr.	Genauer, und in Decimaltheilen.	Dichtigkeit in Vergleich. geg. die Erde (1021).
die Sonne	Vierzehn hunderttauſendmal größer —	1435025	0, 25463*
der Mond	Der neun und vierzigſte Theil der Erde —	0,02036	0, 68706*
Merkur	Sieben Hunderttheile —	0,06981	2, 0377
Venus	Eilf Zwölftheile der Erde —	0,91822	1, 2750
Mars	Drey Zehntheile —	0,30155	0, 72917
Jupiter	1479mal ſo groß, als die Erde —	1479	0, 22984*
Saturn	1030mal ſo groß, als die Erde	1030	0, 10450*

	Maſſe in Vergleich. der Erde. (1019)	Geſchwindigkeit des Falles ſchwerer Körper auf ihrer Oberfläche (1024).		Weite von der Erde, in Meilen von 2283 Toiſen (585). mittlere	
die Sonne	365412	433 Fuß,	81	34761680	Die mittlern Weiten des
die Erde	1	15,	1038	. . . . . .	Merkurs und der Venus,
der Mond	0, 01399	2,	83	86324	ſind hier in Vergleichung auf
Merkur	0, 14228	12,	673	13456204	die Sonne angezeigt; denn in
Venus	1, 1707	18,	717	25144250	Vergleich mit der Erde, ſind
Mars	0, 21988	7,39		52966122	ſie einerley mit der Weite der
Jupiter	340, 00	39,55		180794791	Sonne von der Erde oder von
Saturn	106, 90	15,83		331604504	34761680 Meilen.

Neue Tafel

Zu Seite 740.

der ſcheinbaren Durchmeſſer der Planeten, im mittlern Abſtande der Sonne von der Erde, und ihrer wahren Durchmeſſer, da die Sonnenparallaxe von 8″6 angenommen wird, nebſt ihren Größen, Dichtigkeiten, Maſſen, und Weiten.

Planeten.	Durchmeſſer in Minuten und Secund. (532).	Durchmeſſer in Meilen (534).	Durchmeſſer in Vergleichung gegen die Erde.	
die Sonne	31′ 57″, 5	319397	111, 48	100 und 11mal ſo groß als der Durchmeſſer der Erde
die Erde	17, 2	2865	1	— — — —
der Mond	4, 642	782	0, 2730	Drey Eilftheile des Durchmeſſers der Erde
Merkur	7, 0	1166	0, 4070	Eilf Sieben und zwanzigtheil
Venus	16, 52	2748	0, 9593	Kleiner als ein Fünf und zwanzigtheil
Mars	11, 4	1899	0, 6628	Zwey Drittheile des Durchmeſſers der Erde
Jupiter	3′ 13, 7	32264	1[illegible], 262	Eilf und ein Viertheil mal
Saturn	2 51, 7	28600	9, 9825	Zehnmal ſo groß
Satrs. Ring	6 40, 6	66728	23, 291	Drey und zwanzigmal und ein Viertheil oder ein Drittheil

	Größe gegen die Erde.		Dichtigkeit gegen die Erde (1021.)
die Sonne	1385470	Vierzehn hund. tauſendmal größer als die Erde	0, 25285*
der Mond	0, 02036	Der neun und vierzigſte Theil der Erde	0, 68706
Merkur	0, 067407	Der funfzehnte Theil der Erde	2, 0377
Venus	0, 88281	Kleiner um ein Neuntheil	1, 2749
Mars	0, 29116	Sieben Vier u. zwanzigtheile, od. faſt ein Dritth.	0, 7292
Jupiter	1428	Vierzehn hundertmal größer	0, 23147*
Saturn	995	Faſt tauſendmal größer	0, 09032*

	Maſſe in Vergleichung mit der Erde (1019).	Geſchwindigkeit des Falles ſchwerer Körper auf der Oberfläche (1024).		Weiten von der Erde in Meilen, von 2283 Toiſen (585). Kleinſte	Mittlere	Größte
die Sonne	352802	428 Fuß	65	33780220	34357480	34934740
die Erde	1	15,	1038	. . .	. . . .	. . .
der Mond	0, 01399	2,	83	86324	88860	91397
Merkur	0, 13735	12,	535	21057740	34357480	47657220
Venus	1, 1256	18,	473	9505600	34357480	59209360
Mars	0, 21230	7,	2995	17992756	52350236	86707716
Jupiter	328, 27	39,	094	144335050	178692530	213050010
Saturn	103, 99	15,	762	293391200	327748680	362106160

Regiſter
der vornehmſten Sachen.

Die Zahlen zeigen die Artikel an, und nicht die Seiten.

Abirrung der Firſterne, Art. 772. Gebrauch derſ. zur Theorie der Nebenplaneten 840.
Aequator — 15
Aequatio centri oder Orbitæ 482.
— des Mondes 557. 1052.
— des Lichtes 838.
— der Zeit — 355.
— der Höhen — 322.
Aequinoctialpunkte 66.
Amplitudo — 175. 369.
Anomalie — 482.
Aphelium Sonnenferne 482.
— Lage derſ. — 514.
— ihre Bewegung 1056.
Apogeum Erdferne
— der Sonne — 310.
— des Mondes 559.
Apſides des Mondes 559.
— der Planeten 482.
Argument der Breite 428.
Aſcenſio recta — 89.
Atmoſphäre 723. 737.
Aufgang — 174.
Azimuth — 184.
Bahn, ſcheinbare 711.
— relativiſche — 609.
Beſchleunigung des Mondes 564.
— der ſchweren Körper 981.
Bewegung
— Geſetze derſelben 479.
— jährliche — 59.
— tägliche — 1.
— der himmliſchen Körper 987.
— eigene der Planeten 422.
— beſchleunigte 981.
— des Wurfes 479.
Breite geographiſche 44.
— himmliſche 427.
Clima — 132.
Colur — 102.
Commutation — 448.
Conjunction — 547.
Conſtellationes — 229.
— ihre Anzahl 230.
— Art ſie zu erkennen 232.
Copernicus — 382.
Culminatio, mediatio, Durchgang durch den Mittagskreis — 363.
Dämmerung — 108.
Declinatio Abweichung 91.
Deuiatio — 794.
Dichotome — 540.
Durchgang durch die Sonne 726.
Ebene — 424.
Ebbe und Fluth 1074.
Eccentricität 311. 505.
Ekliptik — 64.

Ekliptik Schiefe derſelben 70.
— Reduction in dieſ. 431. 439.
Elle — — 824.
Ellipſe — 482.
Emerſion, Austritt eines Nebenplaneten, aus dem Schatten des Hauptplaneten — — 861.
Epochen der mittlern Bewegungen — 442. 509.
Erde, ihre zuſammengedruckte Geſtalt — 803.
— ihr Schatten 617.
— Geſchwindigkeit derſ. 787.
— Gürtel — 141.
Erdferne — 482.
Erdkugel künſtliche 214.
Erdnähe — 310
Evection 560. 1052.
Finſterniſſe des Mondes 614.
— der Sonne 634.
— der Sterne 722.
— der Nebenplaneten 847.
— gänzliche, ringförmige 634.
— Nutzen derſelb. 712.
— Zolle derſelb. 628.
Geocentriſch — 427.
Geſchwindigkeit der Erde 787.
— des Lichtes — 787.
— ſchwerer Körper 981.
— auf den Planeten 1024.
Gränzen — — 437
Halbſchatten — 631.
Heliocentriſch — 427.
Himmelskugel künſtliche 168.
Höhe der Geſtirne 22.
— des Pols — 33.
— übereinſtimmende 322.
Horizont — 11. 824.
Horizontallinie, ſcheinbare 824.
Jahr, tropiſches 82. 315.
— ſideriſches 321.
Jahrszeiten — 127.
— ihre Urſache 414.
— Tage ihres Anfangs 79.
Immerſion der Trabanten, oder Eintritt der Nebenplaneten in den Schatten des Hauptplaneten 861.
Inflexion — 723.
Juſan — — 1074.
Keplers Geſetz 467.
Knoten der Planeten 426.
— ihre Bewegung 519. 1060.
Kometen — 876.
— Parabel — 888.
— Rückkehr 910.
— Schweif 876. 923.
Kraft beſchleunigende 981.
— anziehende — 980
— Geſetz derſelben 997.
— Centrale 1005.
— perturbirende 1037.
Kreiſe der Himmelskugel 101.
— der Breite 96.
Länge eines Geſtirns 9.
— eines Ortes auf der Erde 47.
— aller Planeten 442.
Mars (ſ. Planeten) 83.
Maſſe (ſ. die Tafel) 1018.
Meile — 39. 802.
Seemeile — 802
Merkur — 83. 725.
Mikrometer — 533.
Mittagskreis — 19.
— linie — 162.
Mondsbahn — 560.
— brüche — 540.

Monds=

Mondsbahn Neigung 565.
— libration — 961
— Erſcheinungen 55. 550.
— Berge — 968.
— Knoten — 565.
— Ungleichheiten 555. 1052.
Nachtgleichen Vorrücken derſ. 754. 1064.
Nadir — — 10.
Nebenplaneten — 825.
Nonius — 344.
Nutatio ſiehe Wanken
Occultationes — 722.
Oſten, Oriens, Morgen 7.
Parabel der Kometen. 888.
Parallaxe 441. 574.
— auf dem Sphäroid 591.
Parallelkreiſe — 27.
Pendel, einfaches 806.
— Länge deſſelben Ebend.
Perigeum — 310.
Perihelium — 482.
Phaſes — — 540.
Planeten — 83.
— bahnen 482. 509.
— bahnen Neigung 522.
— Weite (ſ. die Tafel) 585.
— curtirte Weite 438.
— ihre Dichtigkeit 102[illegible].
— ihre Durchmeſſer 532. (ſiehe die Tafel)
— ihre Sonnenfernen 514.
— — Gleichungen 505.
— — Flecken 930.
— — Knoten 518. 1060.
— — Umdrehungen 930. 970.
— — Maſſen, Umlaufszeiten, ſiehe die Tafel.
Pole — — 3.
Polarkreis — 102.
Polarſtern — — 4.
Quadratura ſ. Viertheil
Quadrant — 331.
Radius Vector — 482.
Reductio ad Eclipticam 431.
Refractiones — 737.
Retrogradatio 463.
Saturn — 83.
— ſein Ring 971.
Scheitelkreis — 10.
Seleniten — 976.
Solſtitium — 68.
Sonne — 60.
— Fackeln — 935.
Sphäre — 100.
Sterne — 230.
— veränderliche 283.
— um den Pol 31.
— Untergang 363.
Strahlenbrechung 737.
Syſtema Copernic. 412.
— Ptolomaic. 374.
— Tychonic. 394.
Syzygiæ 540. 862.
Tage — 234.
Tagebogen — 367.
Thierkreis — 103.
— Licht — 297.
Thermometer — 128.
Toiſe — 39.
Trabanten — 825.
Trajectoria oder Planetenbahn — — 482.
Tropicus — 73.
Umlauf der Planeten 422. (ſiehe die Tafel)
— der Sonne — 315.
— des Mondes 540.
— tropiſcher — 454.

Umlauf ſideriſcher 321. 557.
— anomaliſtiſcher 515.
— ſynodiſcher — 557.
— der Erde — 391.
Variation des Mondes 561. 1054.
Venus — — 83.
— Durchgang durch die Sonne — 726.
Vernier oder Nonius 344.
Vertical — — 10.
Viertheil — 540.
Wage — 266.
Wanken — 794.
— deſſen Urſache 1067.
Weltordnung ſiehe Syſtema.
Wendekreis — 73.
Werkzeuge der Sternkunſt 331. 533.
Weſten, Occidens 7.
Witter — 248.
Wurfbewegung oder in gerader Linie — 479.
Zeichen, himmliſche 76.
— Eintritt der Sonne in die 12 Zeichen 79.
Zeit, wahre 353.
— mittlere 345.
— aſtronomiſche 234.
Zenith — 8.
Zodiacus — 103.
Zonæ — 141.

Druckfehler.

S. 129. vierter Abſchnitt der Tafel Lin. 5. ſtatt Birne, lies Biene.

Dieſe Ueberſetzung, wird dadurch einen Vorzug vor dem Original haben, daß der Corrector alle Sorgfalt angewendet, und daß mehr als dreyßig Fehler darinnen verbeſſert worden, die ſich in den franzöſiſchen Druck eingeſchlichen haben.

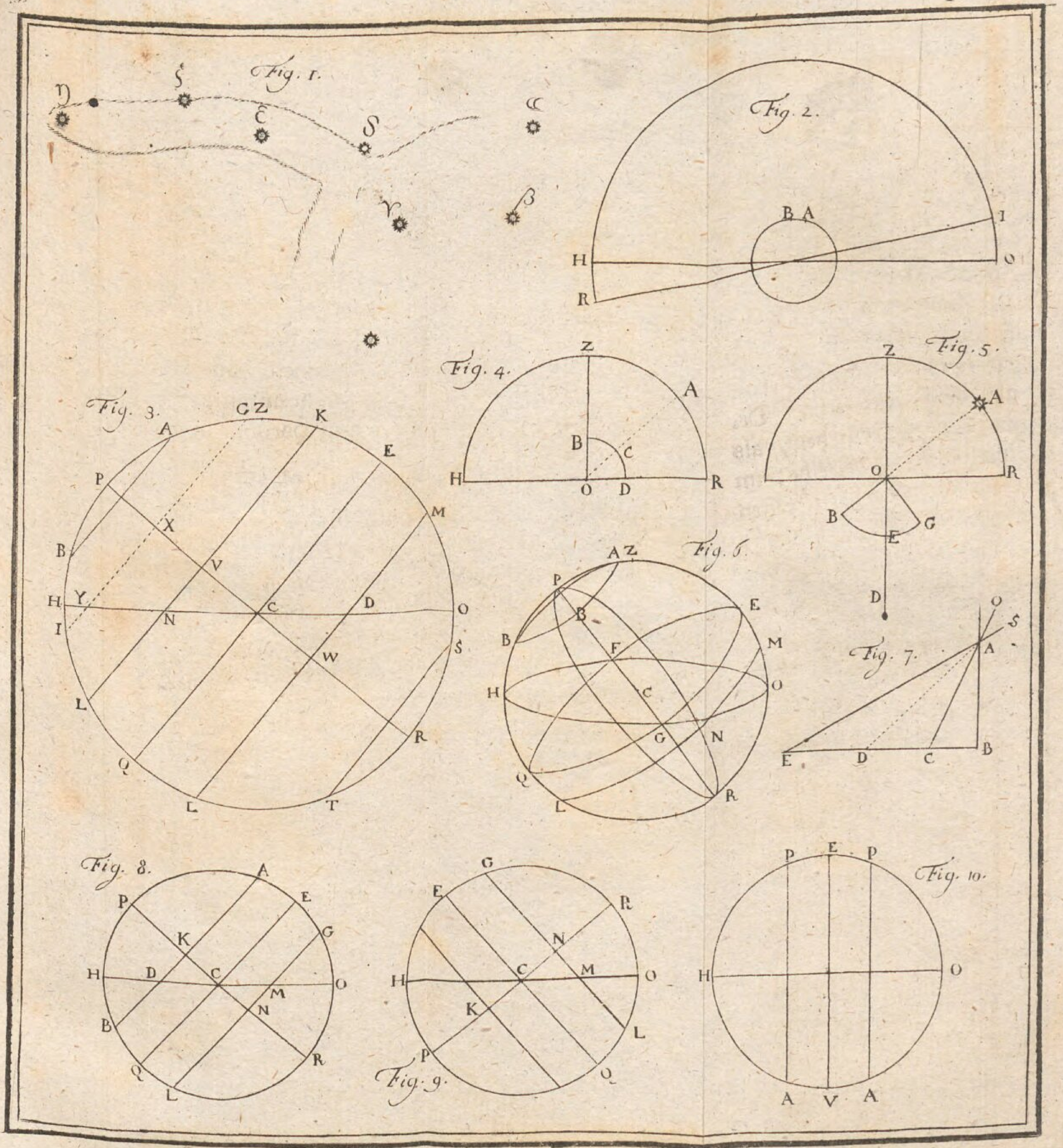
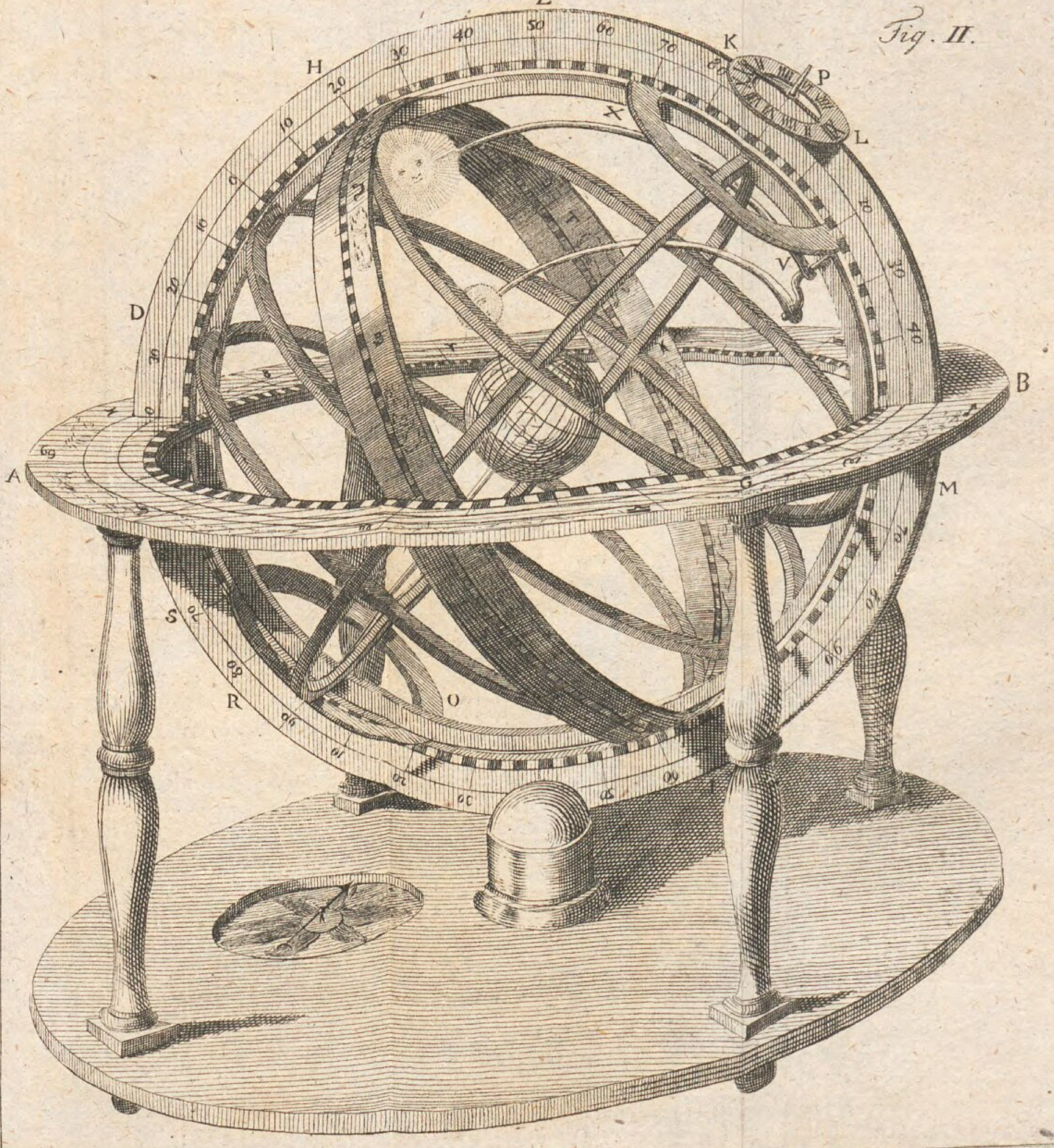


Fig. 1.
Fig. 2.
B A I H O R
Fig. 3.
G Z A K E P M X B V H Y C D O I N W L R Q L T
Fig. 4.
Z A B C H O D R
Fig. 5.
Z A O R B G E D
Fig. 6.
A Z P B E B F M H C O G N Q L R
Fig. 7.
O S A E D C B
Fig. 8.
A P E G K H D C M O N B R Q L
Fig. 9.
G E R N H C M O K L P Q
Fig. 10.
P E P H O A V A

DIE RINGKUGEL

Fig. II.



Pl. III.

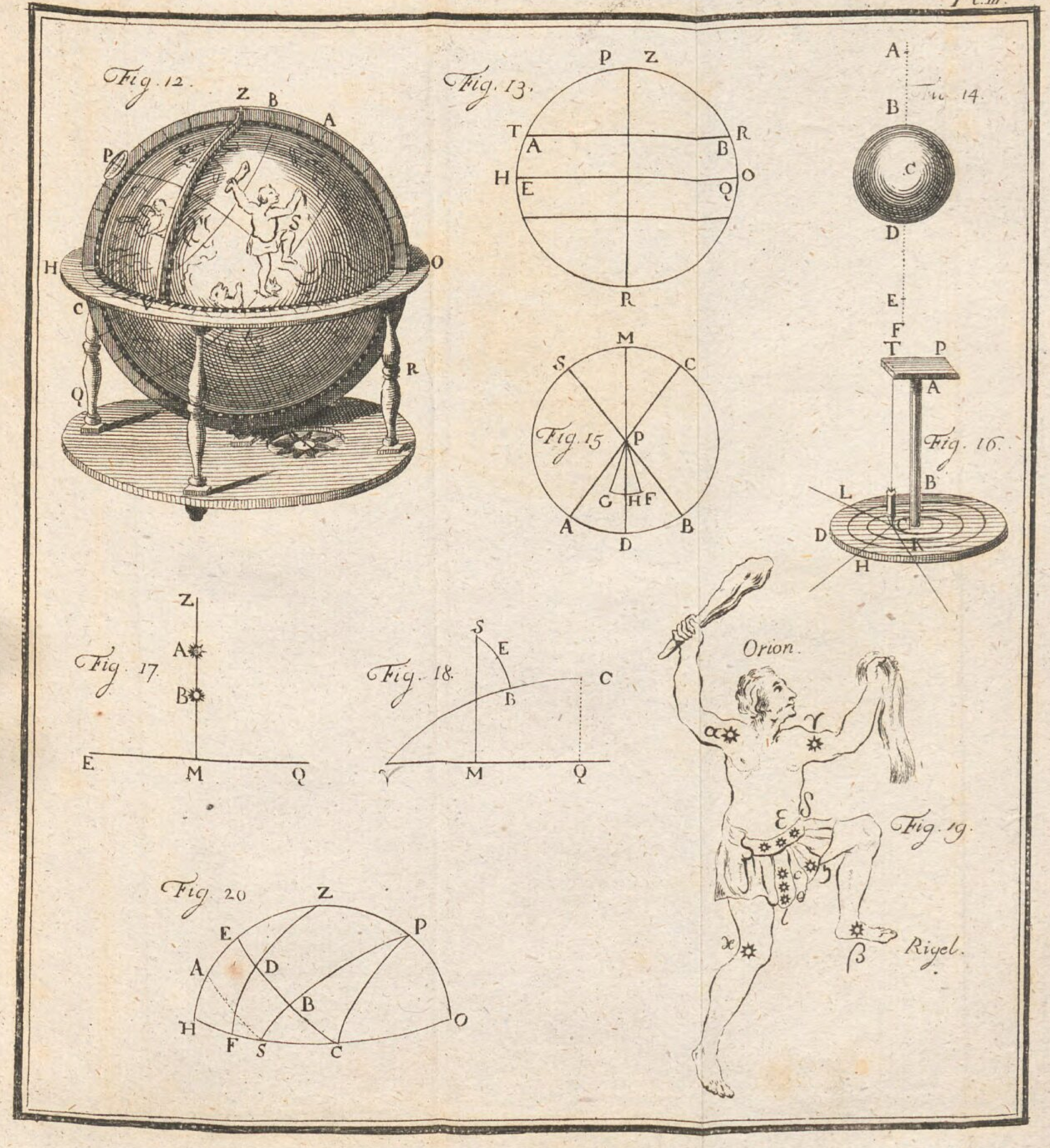


Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Orion.
Fig. 19.
Rigel.
Fig. 20

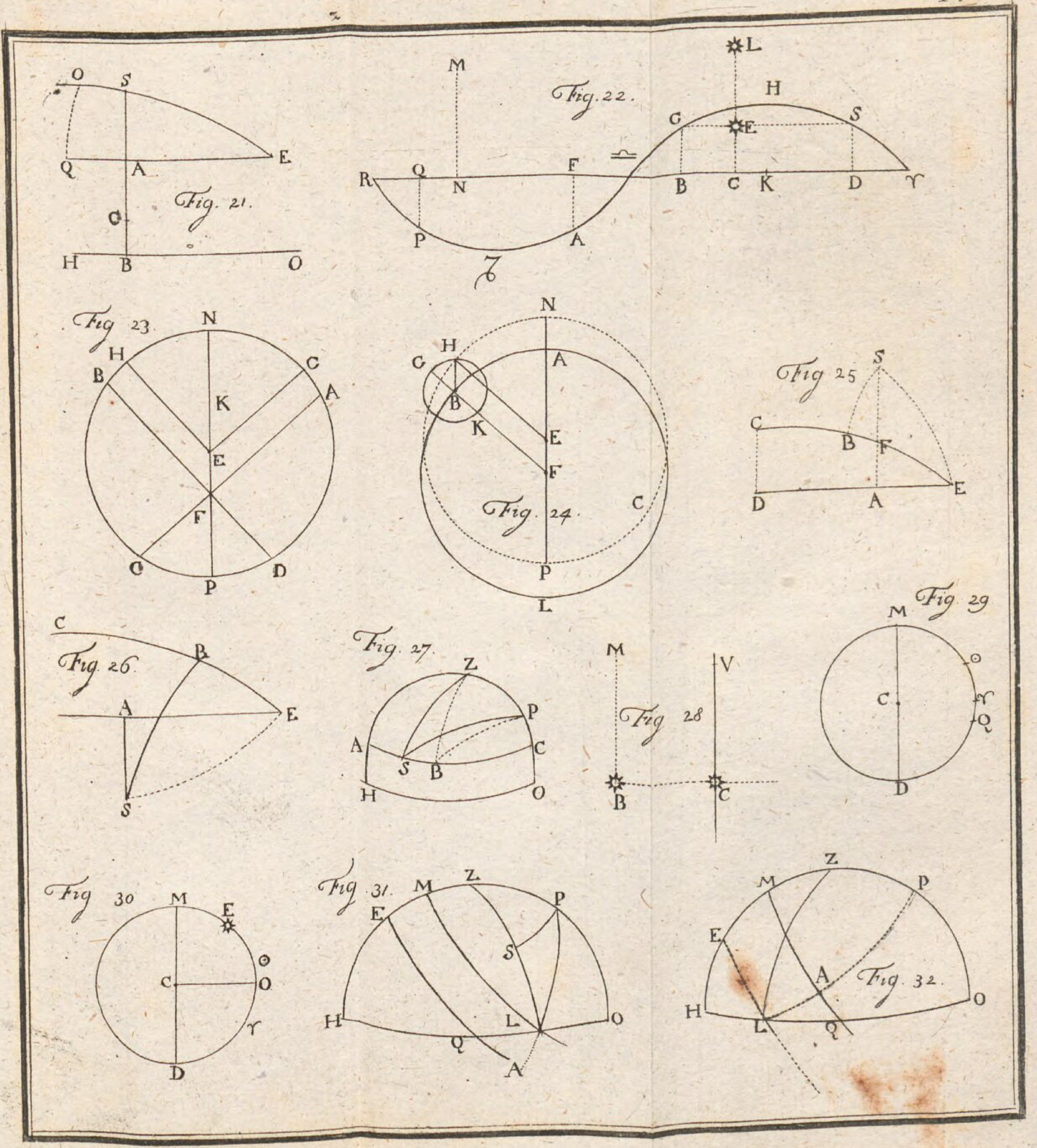
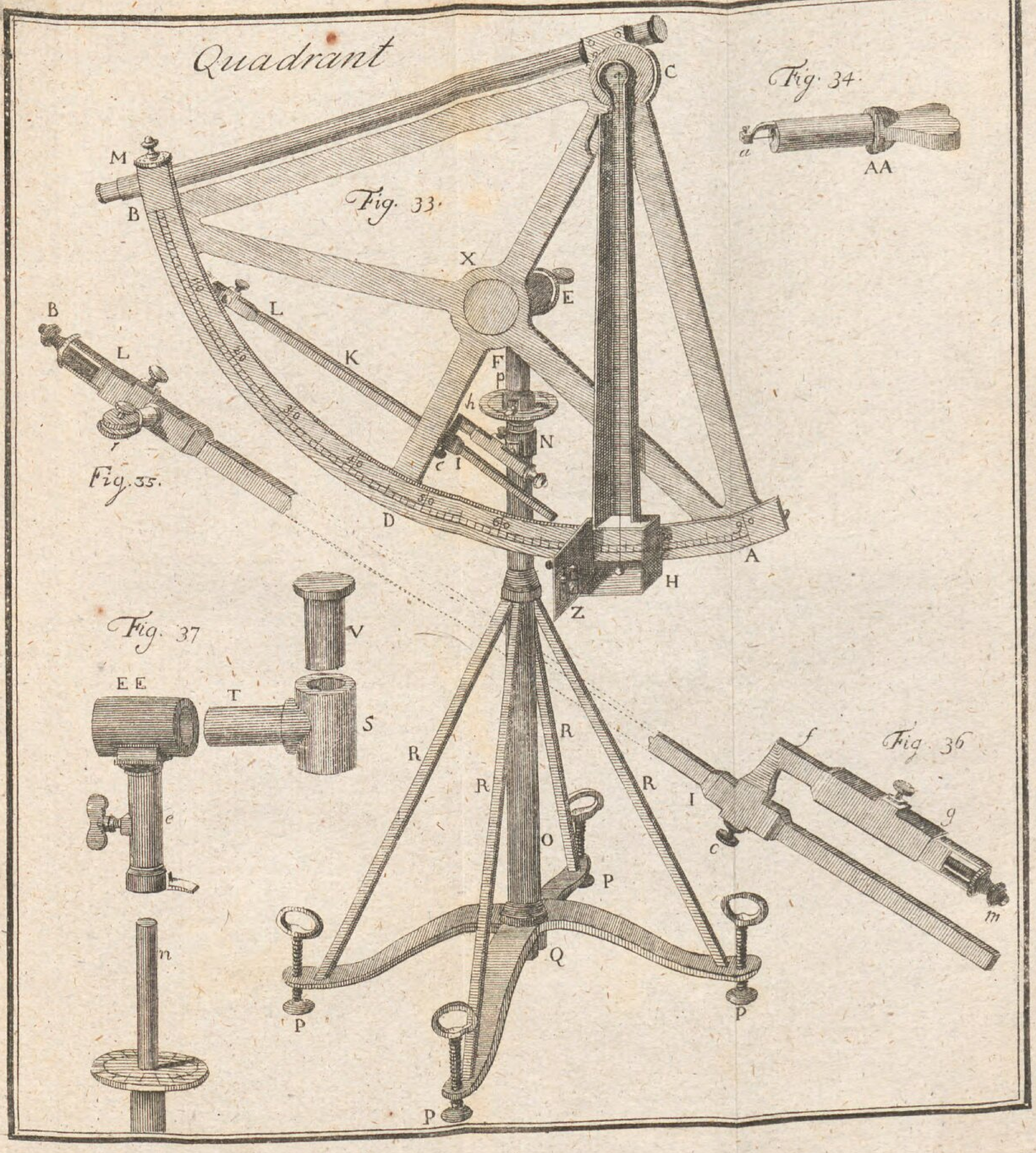
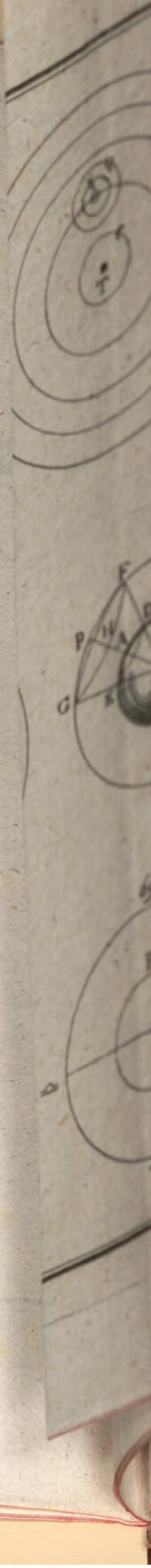


Fig. 21.
Fig. 22.
Fig 23.
Fig. 24.
Fig 25
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig 28
Fig. 29
Fig 30
Fig 31.
Fig. 32.


Quadrant
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36
Fig. 37
M
B
C
X
E
L
K
F
N
I
D
A
H
Z
AA
EE
T
S
V
R
O
P
Q
10
20
30
40
50
60
90



Pl. VI.

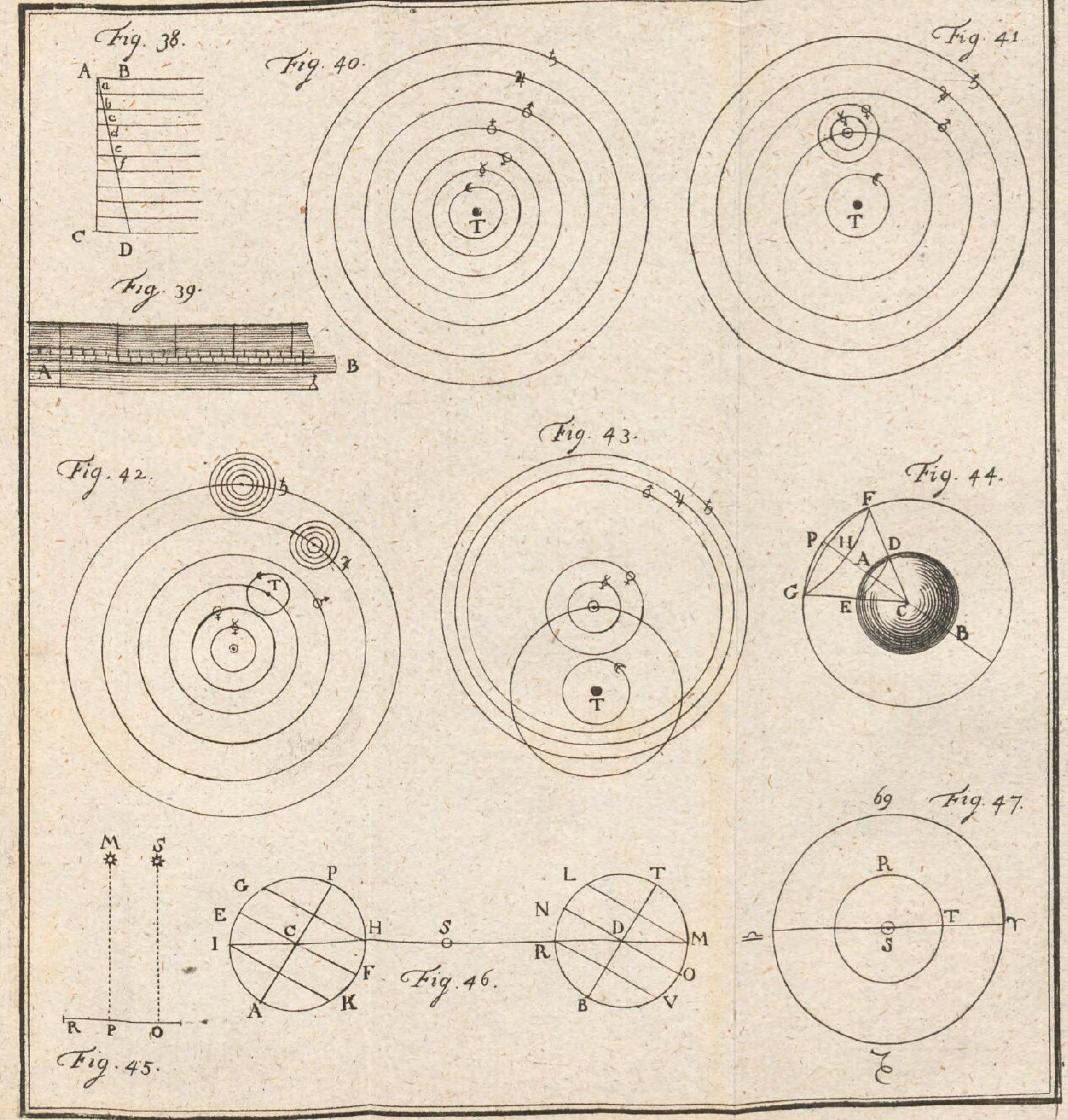


Fig. 38.
A B
a
b
c
d
e
f
C
D
Fig. 39.
A
B
Fig. 40.
T
Fig. 41.
T
Fig. 42.
T
Fig. 43.
T
Fig. 44.
F
P H D
A
G
E C
B
M S
R P O
Fig. 45.
G P
E
I C H
F
A K
S
Fig. 46.
L T
N
D M
R
O
B V
69 Fig. 47.
R
T
S

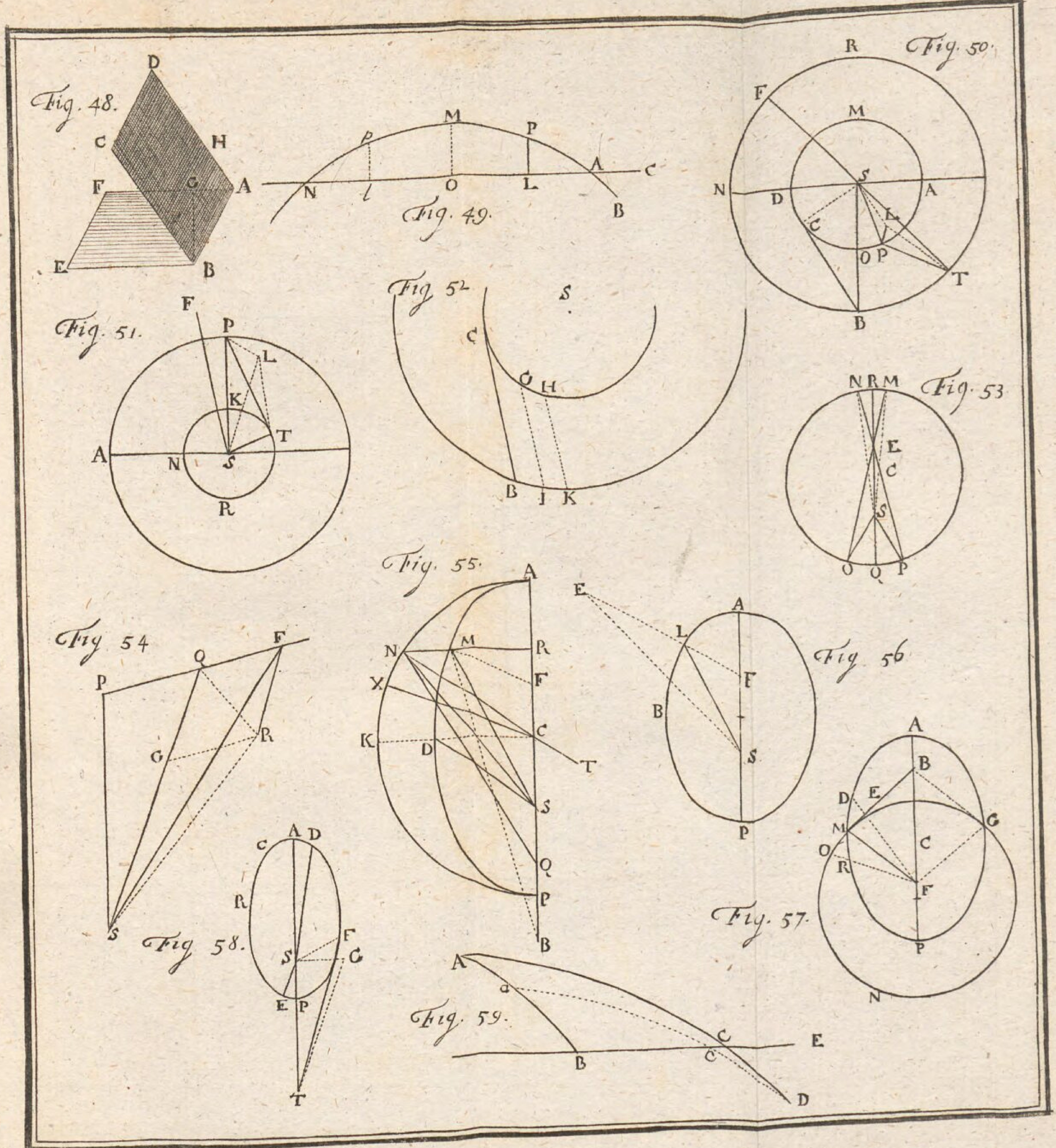


Fig. 48.
D C H F G A E B
Fig. 49.
M p P N l O L A C B
Fig. 50.
R F M N S D A C L O P T B
Fig. 51.
F P L K T A N S R
Fig 52
S C G H B I K
Fig. 53
N R M E C S O Q P
Fig. 54
P Q F G R S
Fig. 55.
A N M R X F K D C T S Q P B
Fig 56
E L A F B S P
Fig. 57.
A B D E M G O C R F P N
Fig 58.
C A D R S F G E P T
Fig. 59.
A a C E B c D

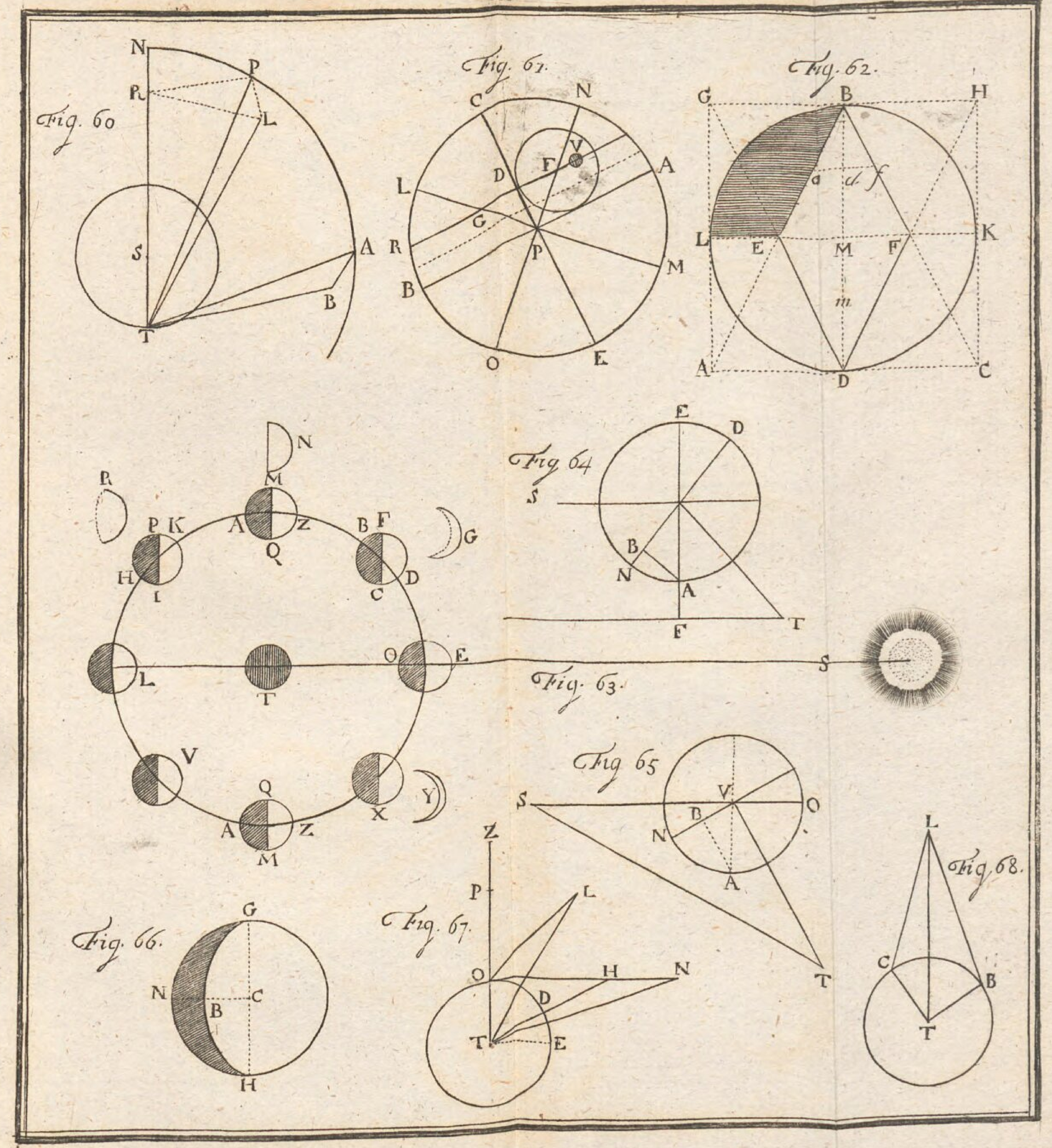
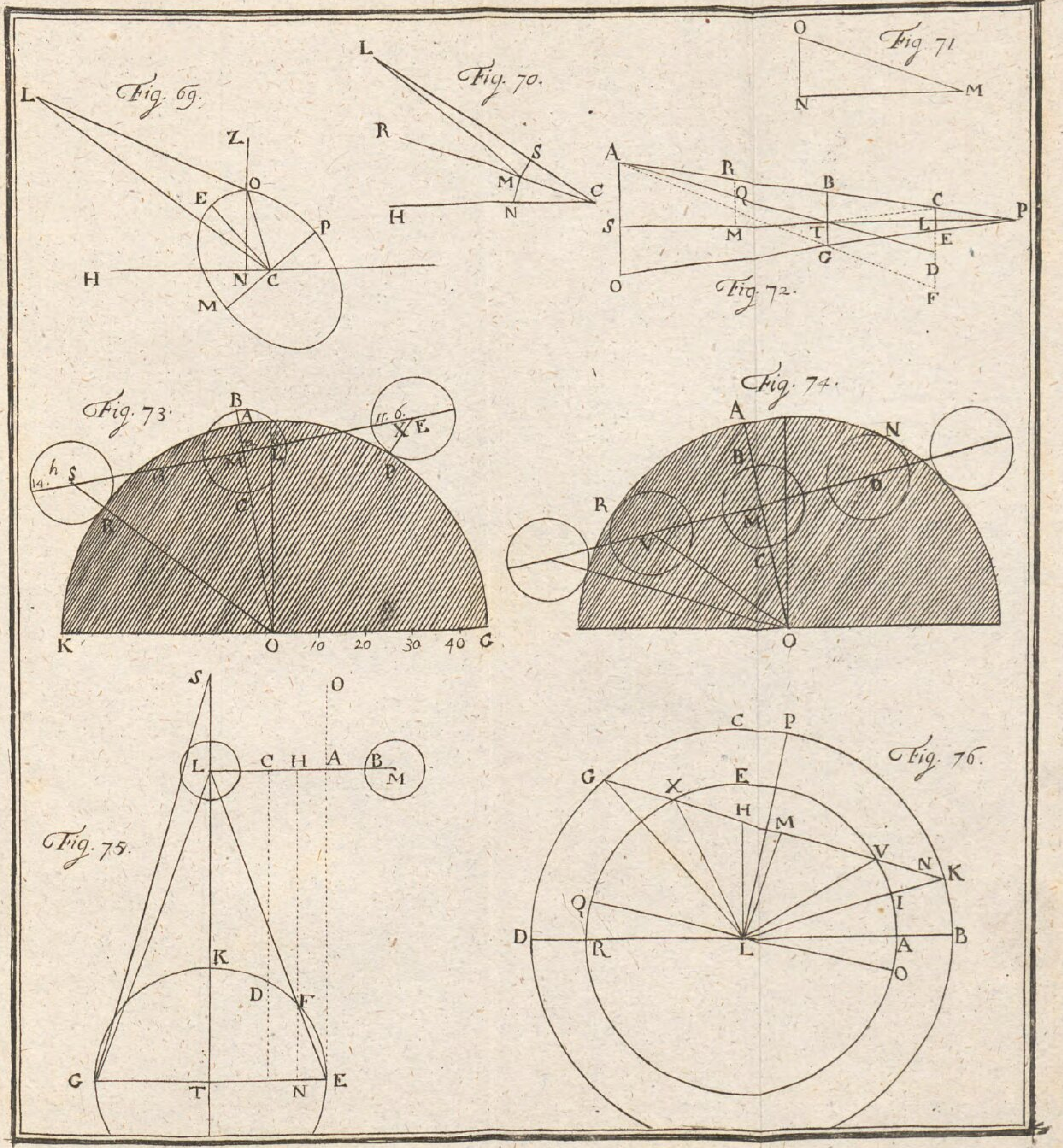


Fig. 60
Fig. 61
Fig. 62
Fig. 63
Fig. 64
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68

Pl. IX.



Pl. X

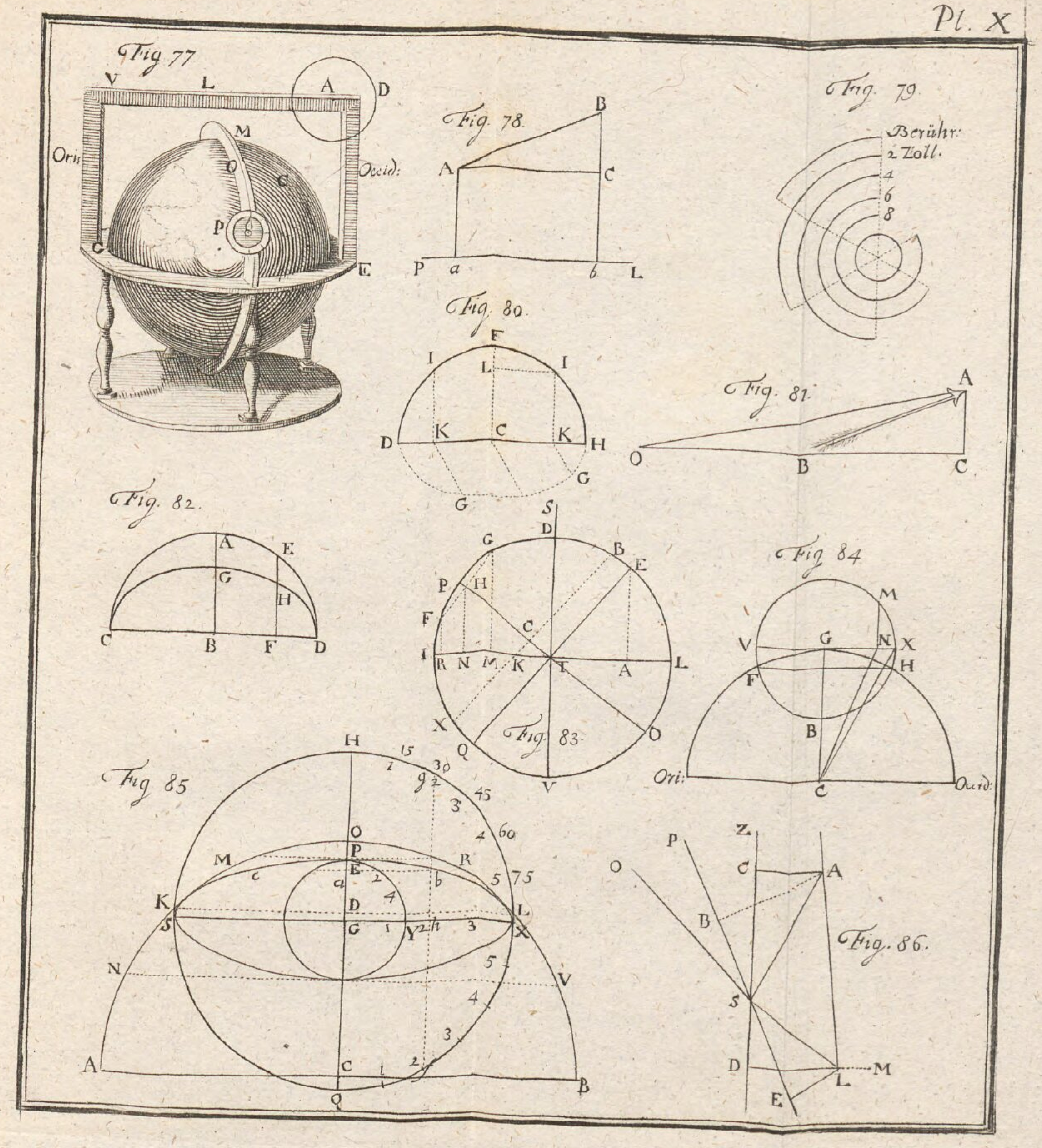
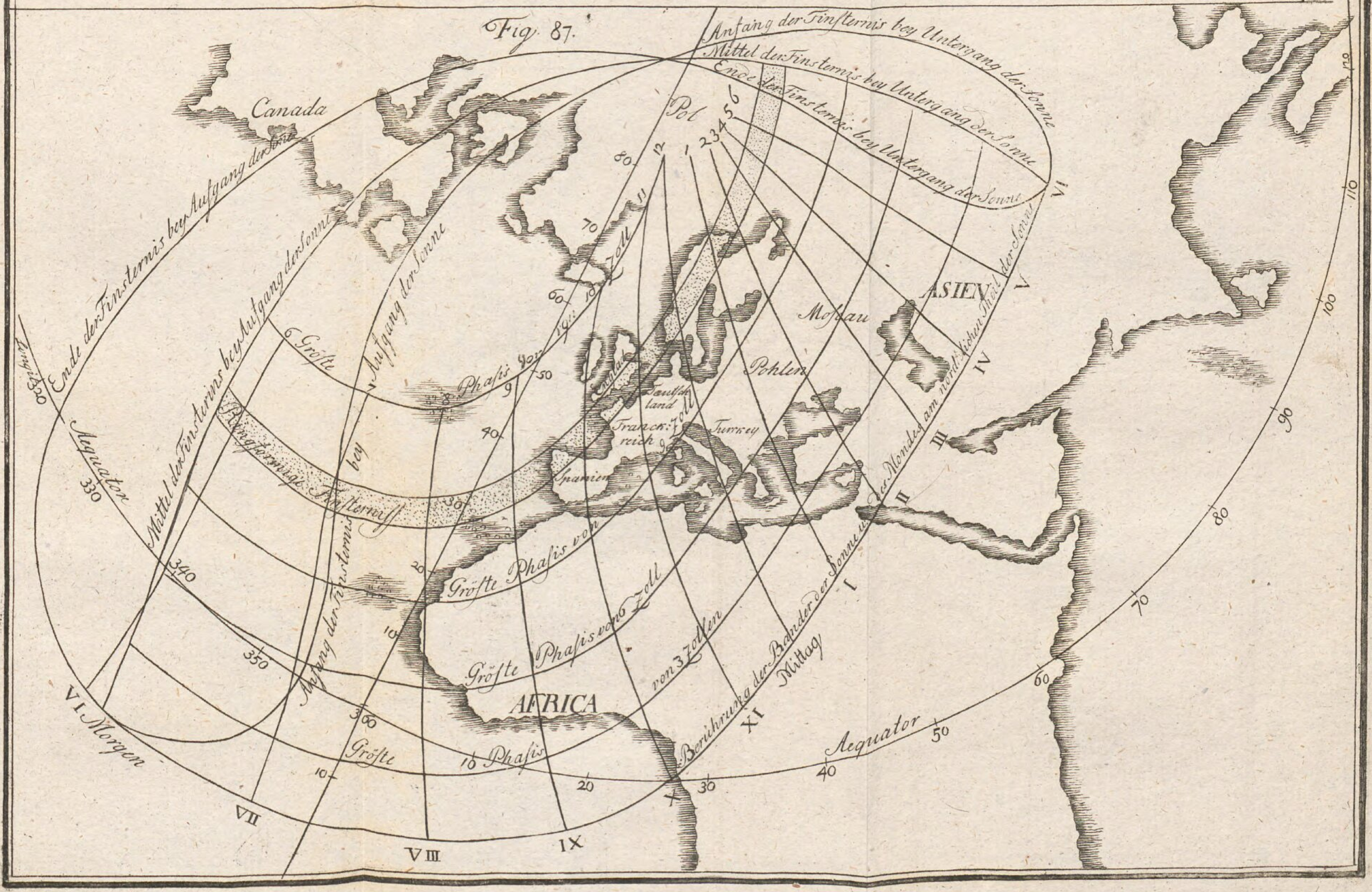


Fig. 77
Ori.
Occid.
Fig. 78.
Fig. 79.
Berühr.
2 Zoll.
4
6
8
Fig. 80.
Fig. 81.
Fig. 82.
Fig. 83.
Fig. 84
Ori.
Occid.
Fig. 85
Fig. 86.

Vorſtellung des Weges des Halbſchattens des Mondes über die Oberfläche der Erde, während der Sonnenfinſternis von 1 den April 1764



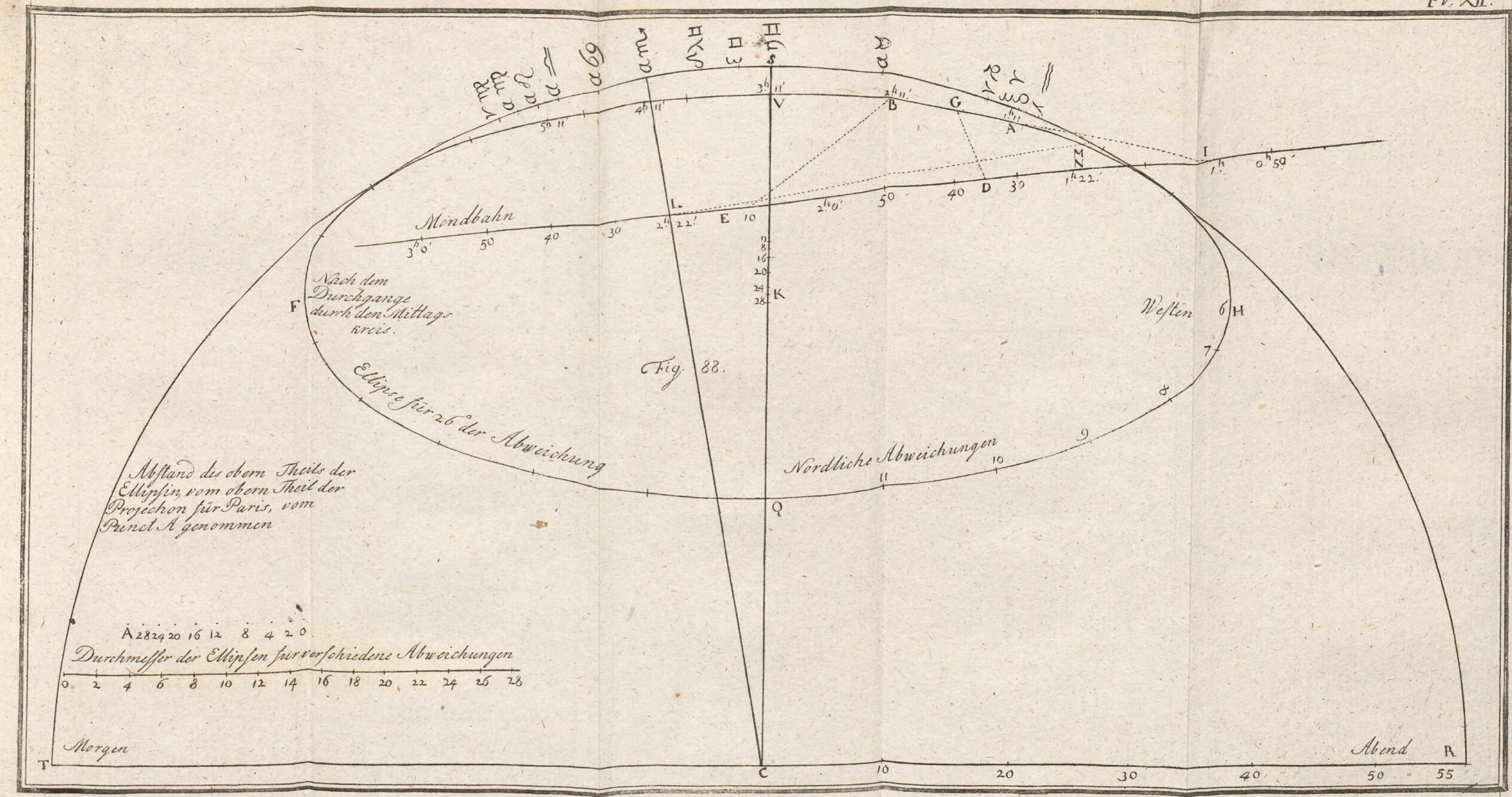
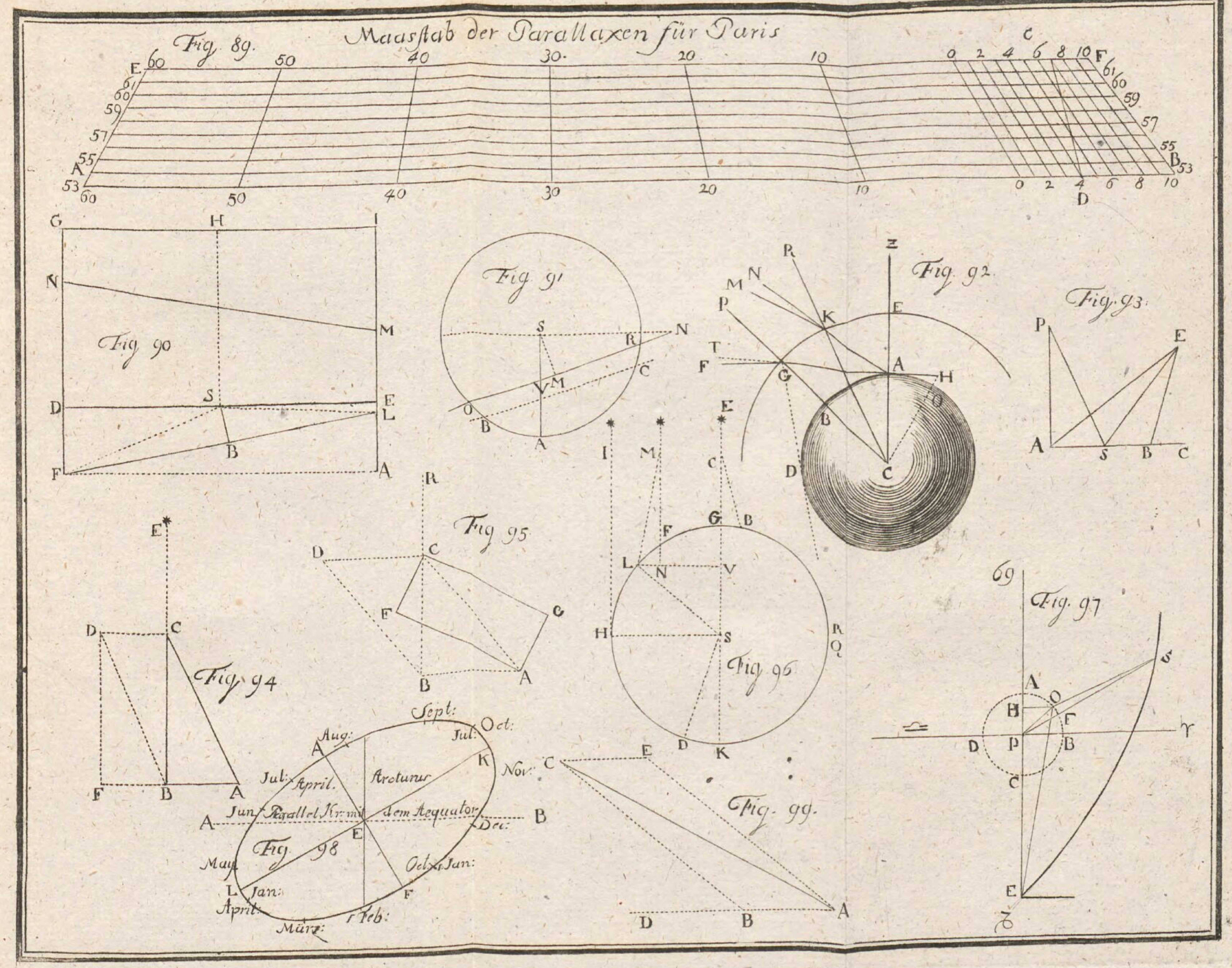


Fig. 88.
Mondbahn
Nach dem Durchgange durch den Mittags kreis.
Ellipse für 26° der Abweichung
Nordliche Abweichungen
Weſten
Abſtand des obern Theils der Ellipſen, vom obern Theil der Projection für Paris, vom Punct A genommen
A 28 24 20 16 12 8 4 2 0
Durchmeſſer der Ellipſen für verſchiedene Abweichungen
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28
Morgen
Abend
T C R
10 20 30 40 50 55
V B G A I M N D E L K F H Q


Maaſstab der Parallaxen für Paris
Fig. 89.
Fig. 90
Fig. 91
Fig. 92
Fig. 93
Fig. 94
Fig. 95
Fig. 96
Fig. 97
Fig. 98
Fig. 99.
Sept:
Oct:
Aug:
Jul:
Nov:
Jul:
April.
Arcturus
Jun:
Parallel Kr. mit dem Aequator
Dec:
May
Oct: Jan:
Jan:
April:
Feb:
März

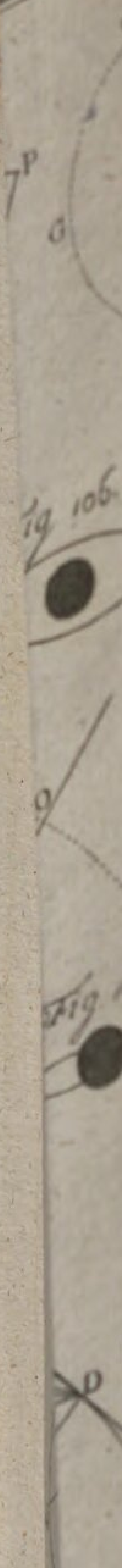


Fig 106.

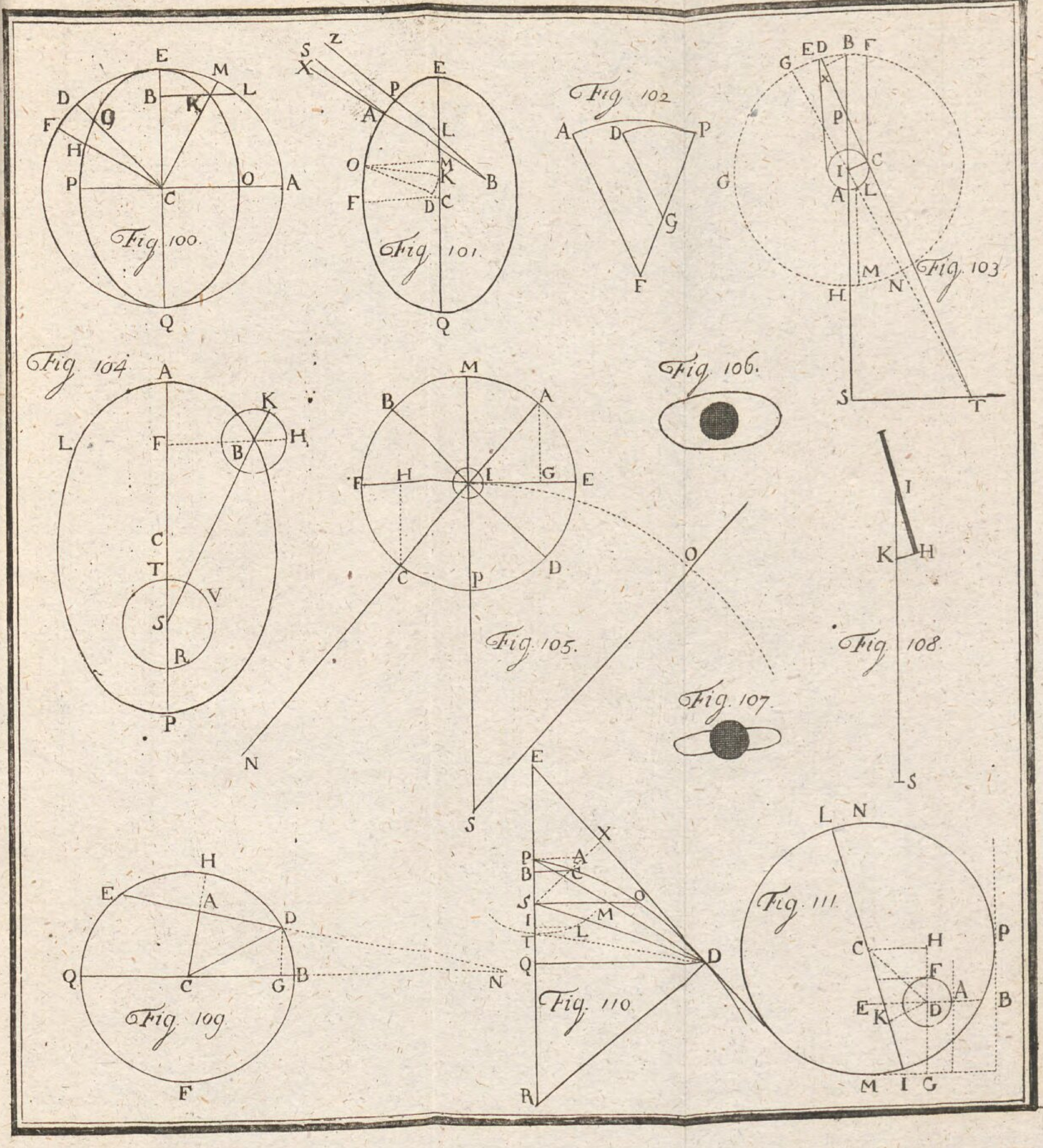
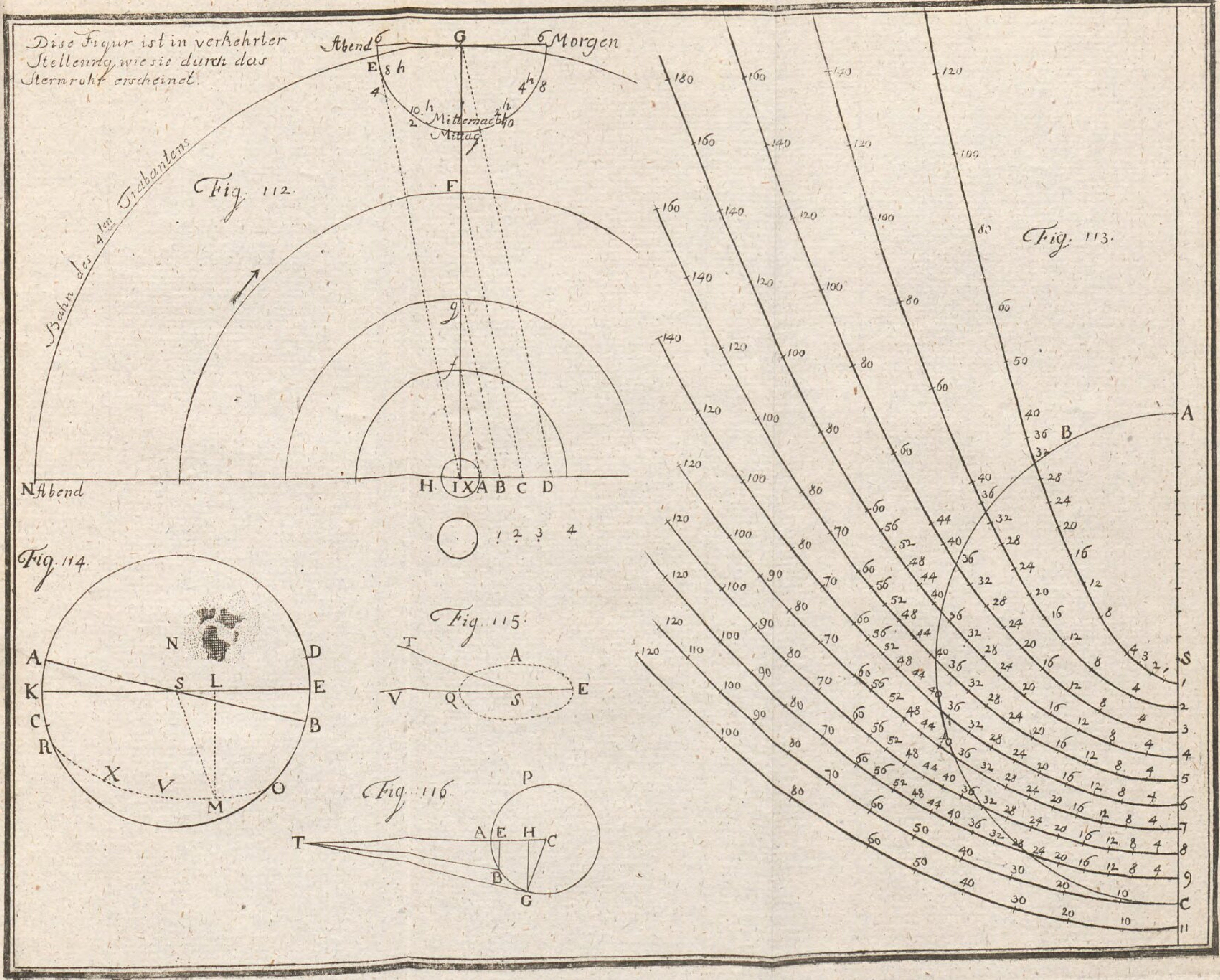


Fig. 100.
Fig. 101.
Fig. 102
Fig. 103
Fig. 104
Fig. 105.
Fig. 106.
Fig. 107.
Fig. 108.
Fig. 109
Fig. 110.
Fig. 111.

Pl. XV.


Dise Figur ist in verkehrter
Stellenng, wie sie durch das
Sternrohr erscheinet.
Abend
Morgen
Mitternacht
Mittag
Bahn des 4ten Trabantens
Fig. 112
N Abend
Fig. 113
Fig. 114
Fig. 115
Fig. 116

Pl. XVI.

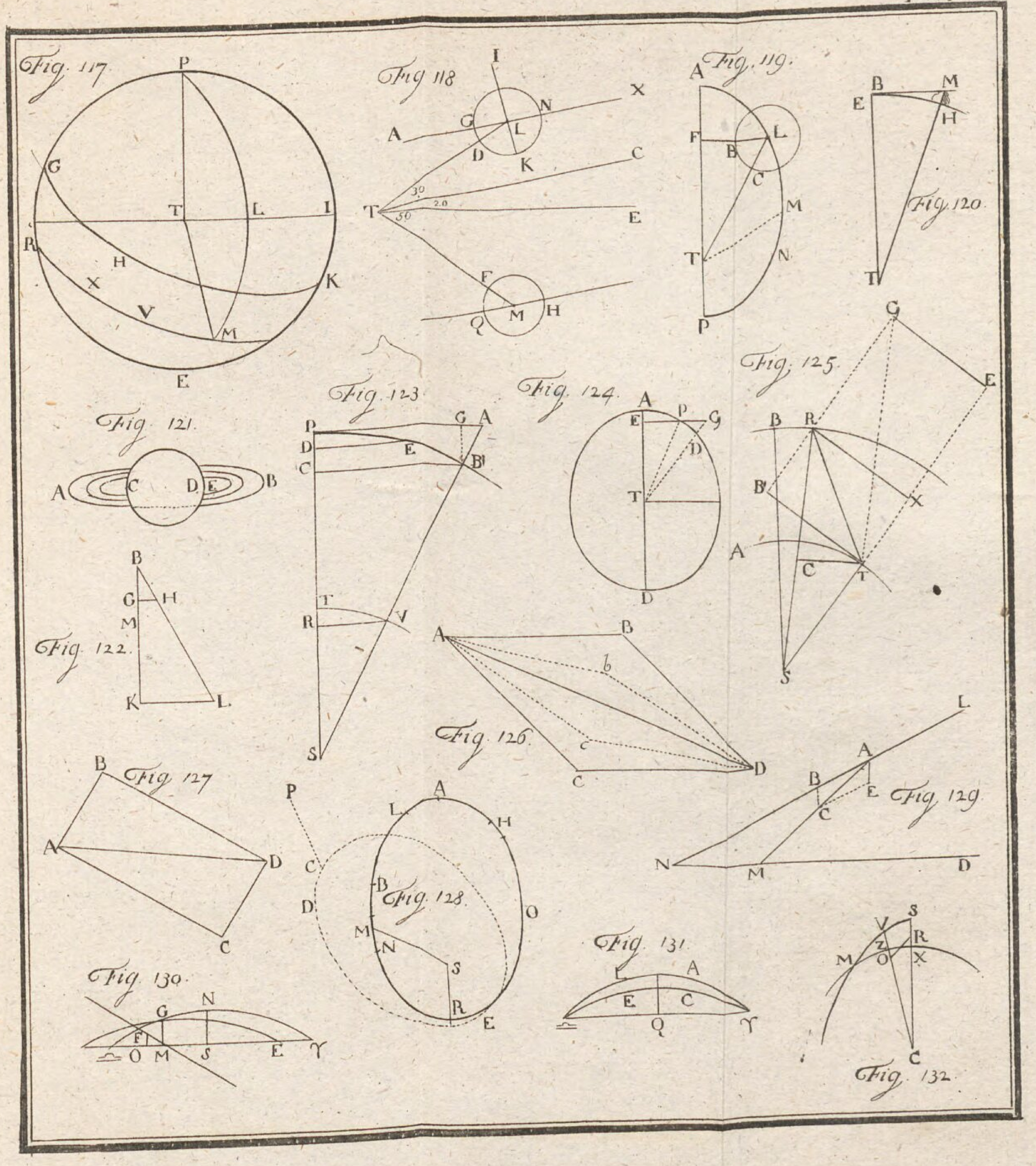


Fig. 117
Fig 118
Fig. 119.
Fig. 120.
Fig. 121.
Fig. 122.
Fig. 123
Fig. 124.
Fig. 125.
Fig. 126.
Fig. 127
Fig. 128.
Fig. 129.
Fig. 130.
Fig. 131.
Fig. 132.

16

Lalande, Joseph Jérôme Le Français <<de>>,

Astronomisches Handbuch oder die Sternkunst in einem kurzen Lehrbegriff
verfasset

Leipzig 1775

Astr.u. 99
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060995-2
VD18 1036000